B.Sc. (Part-III) Examination, 2010

Three-year Degree Course

PHYSICS (FIRST PAPER)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Question **no. 1** is **compulsory** and carries 2 marks. Out of the remaining, answer any **five** questions. **All** questions, other than 1, carry 7 marks each.

1. (a) What is a wavefunction ? Write its physical significance.
तरंग–फलन क्या है ? इसका भौतिक अर्थ बताइये।

(b) Show that the momentum operator $\hat{p}x = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$ is Hermitian.
दर्शाइये कि संवेग संकारक $\hat{p}x = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$ हर्मीशियन है।

2. (a) Determine the normalized constant 'N' for the given wavefunction :
नीचे दिये गये फलन का सामान्यीकरण नियतांक 'N' निकालिए :

$$\psi(x) = N\exp\left\{\frac{-x^2}{2a^2} + ikx\right\}.$$

(b) Using above wavefunction find the expectation values of position and momentum operators.
ऊपर दिये गये तरंग फलन का प्रयोग करते हुए स्थिति व संवेग संकारकों के प्रत्याशा मान ज्ञात कीजिए।

3. (a) Explain the origin of zero point energy in a quantum oscillator.
क्वान्टम दोलक में शून्य बिन्दू ऊर्जा के स्रोत को समझाइये।

(b) Calculate the 1st order perturbation energy of the perturbed Harmonic Oscillator if hamiltonian is given by

$$H^0 + H' = \frac{-\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{2}Kx^2 + \frac{1}{2}bx$$

क्षुब्ध आवर्ती दोलक के हैमिल्टोनियम $H^0 + H' = \frac{-\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{1}{2}Kx^2 + \frac{1}{2}bx$ के लिए प्रथम कोटि क्षोभ ऊर्जा निकालिए।

4. (a) Determine radial distribution function for s-state of H-atom. It is given that the wave function is $\psi_s = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}d^{-r/a_0}$.

यदि H-परमाणु की s-अवस्था में तरंग फलन $\psi_s = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}e^{-r/a_0}$ है तो हाइड्रोजन के s-अवस्था का त्रिज्या वितरण फलन निकालिए।

(b) What is parity operator ? Determine its eigen values.
पैरिटी संकारक क्या है ? इसके आइगेनमान ज्ञात कीजिए।

5. (a) Prove that the eigen values of a Hermitian operator are real.
सिद्ध कीजिए कि किसी हर्मीशियन संकारक के आइगेनमान वास्तविक होते हैं ?

(b) Show that the product of two Hermitian operators is also Hermitian operator if the operators commute with each other.
सिद्ध कीजिए कि दो हर्मीशियन संकारक का गुणन भी हर्मीशियन संकारक होता है अगर दोनों संकारक एक दूसरे से कम्यूट करते हैं।

6. (a) Prove that : $[L_2, L_-] = \hbar L_-$ and $[L_+, L_-] = 2\hbar L_z$
सिद्ध कीजिए :

(b) Find the angular momentum matrices for $j = \frac{1}{2}$.
$j = \frac{1}{2}$ के लिए कोणीय संवेग आब्यूह लिखिए।

7. (a) State and prove Ehrenfest's theorem.
अर्हणफिस्त प्रमेय के बारे में लिखिए और इसको सिद्ध भी कीजिए।

(b) Write the wavefunction of a system of two Fermions.
दो फर्मिऑन के लिए तरंग फलन लिखिए।

8. (a) Sketch a one dimensional :
निम्न का एकविमा में आरेख बनाइये :
(i) Step potential (सोपान विभव)
(ii) rectangular barrier (आयताकार अवरोध)
(iii) Potential well (विभव कूप)

(b) A beam of particles of mass m and energy E is incident on a step potential of height V_0 from the left. Obtain expressions for reflection and transmission coefficients for $E < V_0$. Show that the probability of transmission into the step is nonzero. Discuss its physical significance.
द्रव्यमान m और ऊर्जा E के कणों का एक पुंज ऊँचाई V_0 के सोपान विभव पर बाईं ओर से आपातित होता है। $E < V_0$ के लिये, परावर्तन और निर्गमन गुणांकों के व्यंजक प्राप्त कीजिए। दर्शाइये कि सोपान में पारगमन की सम्भावना शून्येतर है। इसकी भौतिक सार्थकता की विवेचना कीजिए।

9. Write short notes on **any two** of the followings :
निम्नलिखित में से **किसी दो** पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :
(i) Separation of variables in Time-Dependent Schrodinger equation (काल–आश्रित श्रोयडिंगर समीकरण में चरों का पार्थक्य)
(ii) Orthogonality and completness of wavefunctions (तरंगफलनों की लांबिकता एवम् पूर्णता)
(iii) Spin-Orbit Coupling (स्पिन–आर्बिट युग्मन)
(iv) Probability Current density. (प्रायिकता धारा घनत्व)

PHYSICS (SECOND PAPER)-2010

(Statistical Mechanics and solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer questions **no. 1** which is **compulsory** and carries 7 marks and any other **five** questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols carry their usual meaning.

1. (a) Explain what do you understand by 'statistical ensemble' and 'statistical equilibrium' ? How would you construct an ensemble in equilibrium ? 2+2

(b) What are Brillouin zones ? How do the effective mass and velocity of the electrones vary near the Brillouin zone boundary ? 3

(क) 'सांख्यिकीय समुदाय' और 'सांख्यिकीय सन्तुलन' से आप क्या समझते हैं ? संतुलन में किसी समुदाय की रचना आप कैसे करेंगे ?

(ख) ब्रिलूआँ जोन क्या हैं ? ब्रिलूआँ ज़ोन के परिसीमा के निकट इलेक्ट्रॉन का प्रभावी द्रव्यमान व वेग में किस प्रकार का परिवर्तन होता है ?

2. (a) Prove Liouville theorem. Show that a phase point moving on a phase line cannot overtake a phase point on the same tragectory. For an equilibrium ensemble show that $\vec{\nabla}.\vec{\nabla}P = 0$. 4

(b) Calculate the value of thermal de Broglie wavelength 'λ' in Angstram for an electron at room temperature. Also calculate the atomic volume, V_Q, Given $h = 6.62\times10^{-27}$ ergs-sec, $m_e=9.1\times10^{-28}$gm and $K_B=1.38\times10^{-16}$ erg K^{-1}. 2

(क) लियूविल प्रमेय को सिद्ध कीजिये। यह दिखाईये कि किसी कला–रेखा पर गतिमान कोई कला बिन्दु उसी प्रक्षेप–पथ पर गतिमान किसी अन्य कला बिन्दु को ओवरटेक नहीं कर सकता। संतुलन एनसेम्बल में यह दिखाइये कि $\vec{\nabla}.\vec{\nabla}P = 0$।

(ख) कक्ष–ताप पर किसी इलेक्ट्रॉन के द ब्रोगली तरंग दैर्ध्य के मान का एंग्स्ट्रम मात्रक में परिकलन कीजिए। परमाण्वीय आयतन V_Q का भी परिकलन कीजिये। दिया है कि $h = 6.62\times10^{-27}$ अर्ग सेकेन्ड $m_e=9.1\times10^{-28}$ ग्राम तथा $K_B=1.38\times10^{-16}$ अर्ग K^{-1} है।

3. (a) For a canonical ensemble prove the following

(i) $Z = \sum_i e^{-E_i/\tau}$

(ii) $P(E_i) = \frac{1}{Z} e^{-E_i/\tau}$

(iii) $\sigma = -\sum_s P_s \log P_s$ 1+1+1

(b) Show that the classical definition of entropy

$$\sigma \equiv \log \frac{\Delta\Gamma}{h^f}$$

leads to the Gibb's Paradox. How can this paradox be resolved ? 2+1

(क) केनॉनिकल एनसेम्बल के लिये, अधोलिखित को सिद्ध कीजिये :

(i) $Z = \sum_i e^{-E_i/\tau}$

(ii) $P(E_i) = \frac{1}{Z} e^{-E_i/\tau}$

(iii) $\sigma = -\sum_s P_s \log P_s$ 1+1+1

(ख) यह दिखाइये कि एन्ट्रॉपी की चिरसम्मत परिभाषा

$$\sigma \equiv \log \frac{\Delta\Gamma}{h^f}$$

से गिब का विरोधाभास मिलता है। विरोधाभास का स्पष्टीकरण कैसे होता है ?

4. Derive the Bose-Elinstein distribution function. Use this to derive the Planck's radiation law. Show that the radiant energy per unit volume is proportional to the fourth power of the absolute temperature T. 2+1+3

बोस–आइंस्टीन वितरण फलन को व्युत्पन्न कीजिये। इसका उपयोग कर के प्लांक के विकिरण नियम को व्युत्पन्न कीजिये। दर्शाइये कि विकिरण ऊर्जा प्रति इकाई आयतन परम ताप के चतुर्थ घात के अनुक्रमानुपाती होती है।

5. (a) Derive the principle of equipartition of energy. Show that the thermal energy of a system consiting of N independent harmonic oscillators is equal to 3NkT.

(b) A system of two energy levels E_0 and E_1 is populated by N particles at temperature T. The particles populate the energy levels according to the classical distribution law.

(i) Derive an expression for the average energy per particle.

(ii) Compute the average energy per particle as $T \to 0$ and $T \to \infty$.

1½+1½

(क) ऊर्जा के सम–समवितरण नियम को व्युत्पन्न कीजिये। यदि एक निकाय में N स्वतंत्र आवर्ती दोलक हों तो दर्शाइए कि ऊष्मीय ऊर्जा का मान 3NkT होगा।

(ख) दो ऊर्जा स्तरों E_0 व E_1 वाले एक तंत्र में तापा T पर N कण हैं। यदि ऊर्जा स्तरों में कण चिरसम्मत वितरण नियमों के अनुसार विद्यमान हों, तो

(i) प्रति कण औसत ऊर्जा के लिये एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये।

(ii) प्रति कण औसत ऊर्जा के मान की $T \to 0$ व $T \to \infty$ के लिये संगणना कीजिये।

5. (a) Calculate the density of states for free electrons in sodium metal. Also calculate the Fermi energy at absolute zero. It is given that the atomic radius of sodium is 1.86Å in bcc lattice. Value of the constants needed are given, $\hbar = 1.054 \times 10^{-34}$ J sec, $m = 0.91 \times 10^{-30}$ kg.

1½+1½

(b) Explain the meaning of a "n-fold rotation axix." Prove that five-fold axis of rotation is not complatible with a lattice. 1+2

(क) सोडियम धातु में मुक्त इलेक्ट्रॉनों के लिये अवस्थाओं के घनत्व का परिकलन कीजिये तथा परम शून्य पर फ़र्मी ऊर्जा भी निकालिये। यह दिया है कि सोडियम की परमाण्विक त्रिज्या bcc जालक में 1.86Å है। नियतांको के मान $\hbar = 1.054 \times 10^{-34}$ जूल से० व $m = 0.91 \times 10^{-30}$ kg किग्रा हैं।

(ख) 'n-फोल्ड' घूर्णन अक्ष के अर्थ को स्पष्ट कीजिये। सिद्ध कीजिये कि किसी जालक में '5–फोल्ड घूर्णन अक्ष नहीं हो सकता।

7. (a) The potential energy of a diatomic molecule is given in terms of the interatomic distance r by the expression,

$$U(r) = \frac{-a}{r^{in}} + \frac{b}{r^{n}}.$$

Derive an expression for the equilibrium spacing of the atoms and hence obtain the dissociation energy. 3

(b) Obtain the Madelung constant for an infinitely long, one-dimensional ionic crystal consisting of singly charged alternate positive and negative ions the madelung constant of $C_s Cl$ is greater than that of $NaCl$ but still the $NaCl$ structure is more stable than the $CsCl$ structure. Explain. 2+1

(क) द्विपरमाण्विक अणु की स्थितिज ऊर्जा अंतर्परमाणिवक दूरी r के पदों में व्यंजक,

$$U(r) = \frac{-a}{r^m} + \frac{b}{r^n}$$

से व्यक्त है। संतुलन में अणुओं की दूरी के लिये व्यंजक तथा इस प्रकार विघटन ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(ख) एक एक करके धनात्मक व ऋणात्मक एकांक आवेश वाले एक अनततः लंबे एकविम आयनी क्रिस्टल के लिये मेडलंग नियतांक प्राप्त कीजिये। $C_s Cl$ क्रिस्टल का मेडलंग नियतांक $NaCl$ के नियतांक से अधिक है पर $NaCl$ अधिक स्थायी है। इसे स्पष्ट कीजिये।

8. Discuss the lattice vibration of a diatomic lattice chain. Explain the origin and significance of acoustic and optical phonons. Show schematically the relative displacements of atoms for acoustic and optical phanons. 6
एक द्विआणविक जालक श्रृंखला में जालक दोलन की विवेचना कीजिये। ध्वनिकीय तथा प्रकाशकीय फोनॉन के उद्भव तथा महत्त्व को समझाइये। ध्वनिकीय तथा प्रकाशकीय फोनॉन के लिये अणुओं के सापेक्षिक विस्थापन को चित्र की सहायता से दिखाइये।

9. Write short notes on any **two** of the following : 3+3

(a) Bravias lattices. Derivation of Bravais lattices for triclinic and monoclinic systems.

(b) Einstein's theory of lattice heat capacity

(c) Thermionic emission.

(d) Importance of partition function, its relation with thermodynamical functions, F, σ.

अधोलिखित में से किन्हीं **दो** पर संक्षिप्त टिप्पणियां लिखिये :

(क) ब्रावे जालक। ट्राइक्लीनिक तथा मोनोक्लीनिक निकायों के ब्रावे जालकों की व्युपत्ति।

(ख) जालक ऊष्मा धारिता का आइन्सटीन सिद्धान्त

(ग) तापायनिक उत्सजर्नन

(घ) सवितरण फलन का महत्त्व तथा उसके ऊष्मागतिकीय फलनों F, σ से संबंध।

PHYSICS (THIRD PAPER)-2010

(Basic Digital Electronics and photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Attempt **six** questions in all including question no. 1 which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry 7 marks each.

1. Answer any **two** of the following :
   (a) Show that while AND operations are associative but NAND operation are not associative.
   (b) Complement and simplify the following Boolean expression
   $(\overline{A}+B).(\overline{C}.\overline{D})$
   (c) A diode is operating in a circuit, where the diode current is I_D and the voltage across the diode is V_D. If the current in the diode is doubled, calculate the increase in the diode voltage.

   निम्न में से किन्हीं **दो** के उत्तर दीजिये :
   (क) दर्शाइये कि AND आपरेशन एसोसिएटिव होता है किन्तु NAND आपरेशन एसोसिएटिव नहीं होता।
   (ख) निम्न बूलियन व्यंजक का काम्प्लिमेन्ट निकालिये तथा उसे सरल बनाइये :
   $(\overline{A}+B).(\overline{C}.\overline{D})$
   (ग) एक परिपथ में डायोड कार्य कर रहा है जहाँ डायोड धारा I_D है तथा डायोड वोल्टता V_D है। यदि डायोड धारा को दुगना कर दिया जाय तो डायोड वोल्टता में बढ़ाव की गणना करिये।

2. (a) Show that both the junctions of a bipolar transistor, working in the saturation region are forward biased.
   (b) In an RTL gate circuit, R_B=800Ω, R_C=1 KΩ and V_{CC} = 5 Volt. Calculate the input voltage, which just saturates the transistor. Given h_{FE} = 50, V_{BE} (saturation) = .75V, and V_{CE} (sat) = 0.2V.
   (क) दर्शाइये कि बाई पोलर ट्रान्जिस्टर के दोनों जंक्शन फारवर्ड बायस्ड होते हैं जब यह सैचुरेशन अवस्था में हो।

(ख) एक आर टी एल गेट परिपथ में, R_B=800Ω, R_C=1 KΩ तथा V_{CC} = 5 वोल्ट। उस इनपुट वोल्टेज की गणना करिये जो ट्रान्जिस्टर को एक्टिव तथा सैचुरेशन की सीमा पर ला सके।

दिया है h_{IE} = 50, V_{BE} (सैचुरेसन) = .75V, और Y_{CE} (sat) = 0.2V.

3. (a) Discuss the construction and working of an enhancement p-channel MOSFET. Why such MOSFET has higher ON resistance than similar N-channel MOSFET.

(b) Draw the circuit diagram of a two input C-MOS NOR gate and explain its working.

(अ) एक इनहान्समेन्ट पी–चैनेल मॉससेट की बनावट तथा कार्यप्रणाली समझाइये। क्यों इस मॉसफेट का आन प्रतिरोध इसी प्रकार के एन–चैनेल मॉसफेट से अधिक होता है ?

(ब) एक दो इनपुट वाले सी–मॉस नॉर गेट का परिपथ बनाइये तथा इसकी कार्यप्रणाली समझाइये।

4. (a) A two-input DTL, NAND gate has R = 2 KΩ, R_c = 2KΩ, R_b = 5KΩ, V_{BB} = 0, V_{cc} = 5 volt and h_{fe} = 100. One input is in logic '1'. Calculate the other input V_i for which the output transistor is driven into saturation with σ = 0.4 and V_{CE}(sat) = 0.2 Volt.

(b) Explain, what is the importance of the Totem-pole configuration in the TTL Nand gate circuit.

(अ) किसी दो–निवेश वाले DTL - NAND गेट में R = 2KΩ, R_c = 2KΩ, R_b = 5KΩ, V_{BB} = O, V_{cc} = 5 वोल्ट और h_{FE} = 100 एक निवेश लाजिक '1' पर है। दूसरे निवेश V_i की गणना कीजिये जिसके लिये निर्गत ट्रान्ज़िस्टर संतृप्त अवस्था में इतना चला जाय कि σ = 0.4 तथा दिया है V_{CE}(sat) = 0.2 वोल्ट।

(ब) टी०टी०एल० नान्ड गेट परिपथ में टोटम पोल कनफिगरेशन का क्या महत्त्व होता है ? समझाइये।

5. Explain why ?

(a) Silicon cannot be used for fabricating a LED emmitting light in the visible region.

(Given Bandgap of Silicon = 1.1 ev.)

(b) For making isolation islands in Integrated circuit technology, acceptor impurities are diffused heavily and for longer time.

(c) The transistor fabricated in and integrated circuit has a poor high frequency response.

समझाइये क्यों ?

(अ) विजिबिल प्रकाश उत्सर्जित करने वाले एल०ई०डी० को बनाने में सिलिकान का प्रयोग नहीं किया जा सकता।
(दिया है : सिलिकान का बैन्डगैप = 1.1 ev.)

(ब) इन्टिग्रेटेड परिपथ टेक्नालॉजी में आइसोलेशन द्वीप बनाने के लिए एक्सेपटर अशुद्धियों को अत्यधिक तथा ज्यादा समय तक डिप्यूज़ किया जाता है।

(स) इन्टिग्रेटेड परिपथ में बने ट्रान्जिस्टर का अधिक आवृत्ति पर रिस्पौन्स खराब होता है।

(a) What is Karnaugh map ? Simplify the following four variable functions using Karnaugh map :

(i) $f(A,B,C,D) = \Sigma\, m\,(0,1,3,5,6,9,11,12,13,15)$

(ii) $f(ABCD) = \prod M\,(0,3,4,5,6,7,11,13,14,15)$

(b) What is a Schottky transistor ? How is storage time eliminated in such a transistor ?

(अ) कार्नू मैप क्या होता है चार वैरिएबिल वाले निम्न फलकों को कार्नू मैप की सहायता से सरल बनाइये :

(i) $f(A,B,C,D) = \Sigma\, m\,(0,1,3,5,6,9,11,12,13,15)$

(ii) $f(ABCD) = \prod M\,(0,3,4,5,6,7,11,13,14,15)$

(ब) शॉटकी ट्रान्जिस्टर क्या होता है ? इस ट्रान्जिस्टर में स्टोरेज समय कैसे खतम हो जाता है ?

Describe the theory of a photoconductor and obtain expression for the current gain and transit time. How could the gain be increased and transit time reduced ? What are the limitations for this ?

एक फोटोकन्डक्टर के सिद्धान्त का वर्णन करिये तथा इसके द्वारा गेन तथा ट्रान्जिट समय का व्यंजक प्राप्त कीजिये। गेन को कैसे बढ़ाया जा सकता है तथा ट्रान्जिट समय को कैसे घटाया जा सकता है इसकी सीमायें क्या हैं ?

(a) What is a digital comparator ? Draw the logic circuit of a one bit digital comparator and explain its working.

(b) Write down the truth table of a full adder and design its logic circuit using minimum number of gates.

(अ) एक डिजिटल कम्परेटर क्या होता है ? एक बिट के डिजिटल कम्परेटर का लॉजिक परिपथ बनाइये तथा इसकी कार्यप्रणाली समझाइये।

(ब) एक फुल ऐडर का ट्रुथ सारिणी बनाइये तथा कम से कम गेट का प्रयोग करते हुये इसका लॉजिक परिपथ बनाइये।

9. Write short note on any **two** of the following :

(a) Venn Diagram

(b) Eber-Moll Equations

(c) Switching speed of diode.

निम्न में से किन्हीं **दो** पर टिप्पणी लिखिये :

(अ) वेन–डाइग्राम

(ब) ऐबर–मोल समीकरण

(स) डायोड की स्विचिंग चाल 2

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2010

(Electromagnetic Theory, Laser, Holography and Optical Instruments)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **Question No. 1** which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer any other **five** questions each of which carries 7 marks. Symbols have usual meaning.

1. The electric field of a uniform plane wave propagating in seawater (σ = 4 s/m, $\epsilon = 80\,\epsilon_0$ and $\mu = \mu_0$) in positive z-direction is $\vec{E} = \cos 5\times 10^4 \pi t\,\vec{i}_x$, V/m at z = 0. Find the instantaneous power flow per unit area normal to z-direction.

समुद्री जल ($\sigma = 4$ s/m, $\epsilon = 80\,\epsilon_0$ और $\mu = \mu_0$) में धनात्मक z दिशा में गमन करने वाले एक समान समतल तरंग का विद्युत क्षेत्र $z=0$ पर $\vec{E} = \cos 5\times 10^4 \pi t\,\vec{i}_x$, V/m है। z दिशा के अभिलम्बवत् एकांक क्षेत्रफल से प्रवहित होने वाले तात्क्षणिक शक्ति की गणना कीजिए।

OR (अथवा)

Calculate the resolving power of Fabry-Perot interferometer made of reflecting surfaces separated by a distance of 1cm having $r^2 = 0.9$ at $\lambda = 5000\text{Å}$.

1 cm अलगाव तथा $r^2 = 0.9$ वाले परावर्त्तक तलों से बने फेब्रीपेरो व्यतिकरणमापी की $\lambda = 5000\text{Å}$ पर विभेदन क्षमता ज्ञात कीजिए।

2. Obtain the general solution of Laplace's equation in spherical polar coordinates.

गोलीय ध्रुवीय निर्देशांकों में लाप्लास समीकरण का व्यापक हल प्राप्त कीजिए।

3. (a) Explain the difference between ordinary photography and hologram.
   (b) Describe the recording and reconstruction of holograms.
   (अ) सामान्य फोटोग्राफ और होलोग्राम की भिन्नता को स्पष्ट कीजिए।
   (ब) होलोग्राम के अभिलेख एवं पुनर्निमाण का वर्णन कीजिए।

4. (a) The electric field of a plane wave is given by

$$\vec{E} = 10 \sin\left(3\pi \times 10^8 t - \pi z\right)\vec{i}_x$$

$$+10 \cos\left(3\pi \times 10^8 t - \pi z\right)\vec{i}_y \text{ V / m}$$

   Find (i) direction of propagation of wave,
   (ii) type of polarisation of wave and
   (iii) the phase velocity.

   (b) Prove that $\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$ has the unit of W/m^2.

   (अ) किसी समतल तरंग का विद्युत क्षेत्र

$$\vec{E} = 10 \sin\left(3\pi \times 10^8 t - \pi z\right)\vec{i}_x$$

$$+10 \cos\left(3\pi \times 10^8 t - \pi z\right)\vec{i}_y \text{ V / m}$$ दिया है। ज्ञात कीजिए–

   (i) तरंग गमन की दिशा, (ii) तरंग ध्रुवण का प्रकार तथा (iii) प्रावस्था वेग।

   (ब) प्रमाणित कीजिए कि $\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H}$ का मात्रक W/m^2 है।

5. (a) Obtain an expression for threshold condition of lasing.
   (b) Why is it easier to obtain laser action at infrared frequencies as compared to ultraviolet frequencies ?
   (अ) लेसर क्रिया में देहली प्रतिबन्ध के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए।
   (ब) परा बैंगनी आवृत्तियों की अपेक्षा अवरक्त आवृत्तियों पर लेसर क्रिया प्राप्त करना क्यों आसान है ?

6. (a) What should be the qualities of prism materials ?
   (b) Obtain an expression for the resolving power of LG Plate.
   (अ) प्रिज्म पदार्थ का गुण कैसे होना चाहिए ?
   (ब) एल जी पट्टिका के विभेदन क्षमता के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए।
7. (a) Write expressions for reflection and transmission coefficients at normal incidence. Explain meaning of symbols.
   (b) Calculate reflection and transmission coefficients when light passes from air ($n_1 = 1$) into glass ($n_2 = 1.5$)
   (c) Find Brewster's angle for glass.
   (अ) अभिलम्ब आपतन के लिए परावर्तन एवं पारगमन गुणांकों के लिए व्यंजक लिखिये। संकेतों का अर्थ स्पष्ट कीजिए।
   (ब) वायु ($n_1 = 1$) से शीशा ($n_2 = 1.5$) में प्रकाश गमन के लिए परावर्त्तन तथा पारगमन गुणांकों की गणना कीजिए।
   (स) शीशे के लिए बूस्टर कोण का मान ज्ञात कीजिए।
8. (a) Explain the boundary conditions for $\vec{H}$ and $\vec{D}$.
   (b) What is plasma frequency. Obtain an expression for it.
   (अ) $\vec{H}$ और $\vec{D}$ के लिए परिसीमा प्रतिबन्ध की व्याख्या कीजिए।
   (ब) प्लाज्मा आवृत्ति क्या है ? इसके लिए एक व्यजंक प्राप्त कोजिए।
9. Write short notes on **any two** of the following :
   (a) Maxwell's stress tensor
   (b) Total internal reflection
   (c) Amplification in inverted medium
   (d) Thick hologram.

   निम्नलिखित में से **किन्हीं** दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :
   (अ) मैक्सवेल का प्रतिबल प्रदिश
   (ब) पूर्ण आन्तरिक परावर्त्तन
   (स) प्रतिलोमित माध्यम में आवर्धन
   (द) मोटा होलोग्राम

✦✦✦✦

B.Sc. (Part-III) Examination, 2011

Three-year Degree Course

PHYSICS (FIRST PAPER)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Attempt Question **no. 1** which is **compulsory** and carries 1 mark. Answer any other **six** questions which carry 6 marks each.

1. Define orthonormality of wave function.
तरंग फलन की आर्थोनॉरमैलिटी को परिभाषित कीजिए।

OR / अथवा

A system of three particles in confined to move in a plane. What would be the dimensionality of the wave function describing the system.
तीन कणों का एक निकाय एक समतल में गति करने के लिए परिसीमित है। निकाय के तरंग फलन का आयाम क्या होगा ?

2. Consider a beam of particles each of mass m and energy E incident on a step barrier of height V_0.
   (a) Obtain expressions for reflection and transmission coefficients for (i) $E < V_0$ and (ii) $E > V_0$ and sketch them as a function of energy.
   m संहति और E ऊर्जा के कणों का एक पुंज V_0 ऊँचाई के एक विषम अवरोधक पर बांई ओर से आपातित होता है। परावर्तन और पारगमन गुणांकों का व्यंजक (i) $E < V_0$ और (ii) $E > V_0$ के लिए ज्ञात कीजिए और उन्हें E के सापेक्ष आलेखित कीजिए।
   (b) Discuss the phenomenon of quantum tunneling for $E < V_0$
   $E < V_0$ के लिए 'क्वान्टम टनेलिंग' को समझाइये।

3. The radial part of Schrodinger's wave function for the ground state of hydrogen atom is $\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\Pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$ (a_0 is Bohr radius)
   (a) Evaluate the
      (i) average distance of the electron from the nucleus
      (ii) expectation value of the potential energy of the electron in 1s state.
   (b) Sketch the radial probability density and radial probability distribution as a function of r for electron in 1s state.

हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था के लिए अरीय श्रोयडिंगर तरंग फलन निम्न है

$$\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\text{II}\, a_0^3}} e^{-r/a_0} \qquad (a_0 \text{ बोह्र त्रिज्या है})$$

(a) निम्न की गणना कीजिए–

(i) नाभिक से इलेक्ट्रॉन की औसत दूरी

(ii) 1s अवस्था में इलेक्ट्रॉन की स्थितिज ऊर्जा का प्रत्याशित मान

(b) इलेक्ट्रॉन की 1s अवस्था के लिए अरीय सम्भावना घनत्व और अरीय सम्भावना वितरण फलन को r के सापेक्ष आलेखित कीजिए।

4. (a) Simplify the commutator

निम्न कम्यूटेटर का सरलीकृत कीजिए

(i) $\left[y, \hat{L}_x\right]$ (ii) $\left[\hat{P}_x, \hat{L}_z\right]$

(b) Show that

दर्शाइये कि

$$\hat{L}_+ \Psi_{\ell m} = \sqrt{(\ell - m)(\ell + m + 1)}\, \hbar\, \Psi_{\ell m+1}$$

5. (a) (i) Why are Pauli spin matrices for electron 2×2 matrices ? Obtain the form of $\hat{\sigma}_x$ and $\hat{\sigma}_y$ in a representation in which $\hat{\sigma}_z$ is diagonal.

इलेक्ट्रॉन के लिए पॉली स्पिन आव्यूह का आयाम 2×2 क्यों होता है ? $\hat{\sigma}_z$ के विकर्ण निरूपण में $\hat{\sigma}_x$ और $\hat{\sigma}_y$ का प्रारूप ज्ञात कीजिए।

(ii) Construct the spin wave function for a system of two electrons and group them according to their symmetry character.

दो इलेक्ट्रॉन के निकाय के लिए स्पिन तरंग फलन की संरचना कीजिए और उनकी सममिति प्रकृति के आधार पर उन्हें सुमेलित कीजिए।

(b) Show that

सिद्ध कीजिए कि : $\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y \hat{\sigma}_z = i$

6. (a) What are identical particles ? Construct symmetric and antisymmetric wave function for a system of N identical particles.

(b) What is meant by exchange degeneracy ? Explain how this degeneracy is removed by using suitably antisymmetrized wave function in the case of helaium atom.

(a) सर्वसम कण क्या होते हैं। N सर्वसम कणों के निकाय को वर्णित करने वाले सममिति एवम् प्रतिसममिति तरंग फलनों को लिखिए।

(b) विनिमय उपकर्ष क्या है ? समझाइये कि हीलियम परमाणु में यह अपकर्ष उपयुक्त प्रतिसममिति तरंग फलन के प्रयोग से किस तरह दूर हो जाता है ?

7. (a) Show that the eigenfunctions of a time independent Schrödinger equation for a one dimensional harmonic oscillator should have a definite parity.
दर्शाइये कि एक विमितीय सरल दोलत्र के कालस्वतंत्र श्रोयडिंगर समीकरण के तरंग फलनों की सममिति निश्चित होती है।

(b) The generating function for hermite polynomials are
हर्माइट पॉलीनॉमियल के लिए जनक फलन निम्न है

$$H(\xi,s)=\sum_{n}\frac{H_n(\xi)}{n!}s^n=e^{s^2-(s-\xi)^2}$$

Show that the Hermite polynomials so defined are solutions of Schrödinger equation for a one-dimensional harmonic oscillator.
दर्शाइये कि उपरोक्त परिभाषित हर्माइट पॉलीनॉमियल एकविमितीय सरल दोलत्र के श्रोयडिंगर समीकरण के हल के रूप में भी प्राप्त होते हैं।

8. (a) Show that two body problem in a central potential field can be reduced to two equivalent one body problems.
दर्शाइये कि केन्द्रीय बल में दो पिंड निकाय के श्रोयडिंगर समीकरण को दो तुल्य एक पिंड निमेय में घटित किया जा सकता है।

(b) Prove the following spin identityes
निम्न स्पिन सर्वसमिकाओं को सिद्ध कीजिए :

$$(\overline{\sigma}.\overline{A})(\overline{\sigma}.\overline{B})=\overline{A}.\overline{B}+i\overline{\sigma}.(\overline{A}\times\overline{B})$$

where $\overline{A}$ and $\overline{B}$ are two vectors which commute with $\overline{\sigma}$.
जहाँ $\overline{A}$ और $\overline{B}$ वेक्टर हैं जो $\overline{\sigma}$ से कम्यूट करते हैं।

(a) A one dimensional linear harmonic oscillator is perturbed by a perturbation of the ferm
$H'(X)=c_1X^3+c_2X^4$
Where c_1 and c_2 are small constants. Calculate the first order change in the energy eigenvalues of the oscillator.

(b) Show that the momentum operator is Hermitian.

(a) एक विमितीय आवर्ती दोलक को निम्न क्षोभ से क्षोभित किया जाता है

$H'(X) = c_1X^3 + c_2X^4$

जहाँ c_1 और c_2 छोटे नियतांक हैं।

दोलक की ऊर्जा के आइगेनमानों में प्रथम कोटि का संशोधन ज्ञात कीजिए

(b) दर्शाइये कि संवेग कारक हर्मीशियन है।

10. Write short notes on any two of the following :

निम्न में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(a) Operators and observables in quantum mechanics
क्वान्टम यांत्रिकी में प्रेक्षक और कारक

(b) Zero point energy in quantum harmonic oscillator
क्वान्टम आवर्ती दोलत्र में शून्य बिन्दु ऊर्जा

(c) Box normalization
बाक्स सामान्यीकरण

(d) Lamb shift in hydrogen atom.
हाइड्रोजन परमाणु में लैम्ब शिफ्ट

(Symbols have their usual meanings useful relation)

PHYSICS (SECOND PAPER)-2011

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 3

Note : Answer question **no. 1** which is **compulsory** and carries 7 mark and any other **five** questions from the rest which carry 6 marks each Symbols carry their usual meaning.

1. (a) Explain the terms : Phase space, ensemble, ensemble average.

(b) Show that various 3-dimensional lattices can be classified in seven systems. Describe these lattice systems.

(क) इन पदों की व्याख्या कीजिए : प्रावस्था समष्टि, समुदाय, समुदाय माध्य।

(ख) दर्शाइए कि विभिन्न 3–विमीय जालक सात समूहों में वर्गीकृत की जा सकती हैं। इन जालक समूहों का वर्णन कीजिए।

2. (a) State and explain the Liouville's theorem.
   (b) What is the relation between partition function and thermodynamic quantities ?
   (क) ल्यूवेल प्रमेय का कथन दीजिए एवं इसकी व्याख्या कीजिए।
   (ख) ऊष्मागतिकीय राशियों और विभाजन फलन के बीच क्या सम्बन्ध है ?
3. (a) Derive the Fermi-Dirac distribution function for half-integral spin particles.
   (b) Which statistics is obeyed by the following and why ?
      (i) photons
      (ii) Oxygen gas molecules
      (iii) Electrons in a metalwire
   (क) अर्द्ध–पूर्णांक प्रचक्रण कणों के लिये फर्मी–डिराक वितरण फलन व्युत्पन्न कीजिए।
   (ख) निम्नलिखित द्वारा किस सांख्यिकी का पालन किया जाता है तथा क्यों ?
      (i) फोटॉन
      (ii) ऑक्सीजन गैस अणु
      (iii) किसी धातु तार में इलेक्ट्रॉन
4. (a) Discuss the distinguishing features of canonical and grand canonical ensembles.
   (b) Using the method of micro-canonical ensemble deduce an expression for the entropy of a perfect gas.
   (क) विहित एवं बृहत् विहित समुदायों के विभेदनीय अभिलक्षणों की व्याख्या कीजिए।
   (ख) सूक्ष्म–विहित समुदाय विधि द्वारा एक आदर्श गैस की एण्ट्रॉपी के लिए एक सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।
5. For a diatomic lattice obtain the optical and accoustic branches of phonon dispersion relations, hence calculate the expression of optical band gap.
   द्विपरमाणुक जालक के लिये फोनॉन विक्षेपण सम्बन्ध की प्रकाशीय एवं ध्वानिकीय शाखाओं की निष्पत्ति कीजिये, अतः प्रकाशीय बैंड गैप का व्यंजक निकालिये।
6. (a) What is reciprocal lattice ? Show that the reciprocal lattice of a f.c.c. lattice is a b.c.c. lattice.
   (b) Sketch (110) and (111) planes in a cubic lattice.
   (क) व्युत्क्रम जालक क्या होता है ? दर्शाइए कि एक एफ.सी.सी. जालक का व्युत्क्रम जालक एक बी.सी.सी. जालक होता है।
   (ख) एक घनाकार जालक में (110) तथा (111) तल दर्शाइए।

7. (a) Discuss the classification of crystals based on the type of their bonding
(b) Find an expression for the specific heat of an electron gas.
(क) बाण्डिंग के प्रकारों के आधार पर क्रिस्टलों के वर्गीकरण की व्याख्या कीजिए
(ख) इलेक्ट्रॉन गैस की विशिष्ट ऊष्मा के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

8. What are Bloch functions ? Explain the origin of allowed and forbidde bands for electrons in solids. What is the number of orbitals in an energ band ?
ब्लॉख फलन क्या होते हैं ? ठोसों में इलेक्ट्रॉन के लिए अनुमत तथा वर्जित बैन्ड की उत्पत्ति समझाइए। किसी बैंड में ऑर्बिटलों की संख्या क्या होती है ?

9. Write short notes on any two of the following :
(a) Bragg law for X-ray diffraction.
(b) Madelung constant.
(c) Gibb's paradox
(d) Principle of equipartition of energy.
निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर टिप्पणियां लिखिए :
(क) एक्स–किरण विवर्तन का ब्रैग नियम
(ख) मेडलंग नियतांक
(ग) गिब्स का विरोधाभास
(घ) ऊर्जा के सम विभाजन का सिद्धान्त

PHYSICS (THIRD PAPER)-2011

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **six** questions in all including question no. one, which i compulsory and carries 3 marks. All other questions carry 7 marks each

1. Answer any **two** of the following :
(a) Design EX-OR circuit using NOR gates.
(b) Simplify the following Boolean expression

$$A\bar{B}C+\bar{A}\bar{C}D+\bar{C}A$$

(c) The dependence of I_0 of a diode on temperature T is give approximately by $I_0 = KT^2 e^{-Vg/VT}$ where K is a constant, $V_g \approx 1.12V$ for Si and $V_T = k\,T/e$. Show th

$$\frac{d}{dT}(\ell_n I_0) = \frac{2}{T} + \frac{V_g}{T V_T}$$

निम्न में से किन्हीं दो के उत्तर दीजिये :

(क) NOR गेट का प्रयोग करते हुए EX-OR परिपथ बनाइए

(ख) निम्न बूलियन व्यंजक को सरल बनाइए

$$A\bar{B}C+\bar{A}\bar{C}D+\bar{C}A$$

(ग) डायोड की $I_0 V_T$ तापक्रम निर्भरता लगभग

$$I_0 = KT^2 e^{-Vg/V_T}$$

द्वारा दी जाती है, जहाँ K अचर है, $V_g \approx 1.12V$ और Si के लिए $V_T = k\,T/e$ दर्शाइए कि

$$\frac{d}{dT}(\ell_n I_0) = \frac{2}{T} + \frac{V_g}{TV_T}$$

2. (a) Explain how a MOSFET is used as a load.

(b) In an RTL gate circuit, $R_b = 1.5k\Omega$, $R_c = 3.6k\Omega$ and $V_{cc} = 3V$. Transistors T_1 and T_2 are identical with $h_{FE} = 50$, $h_{FC} = 0.1$. If T_2 is OFF and I_{B1} is adjusted to saturate T_1 with $V_{CE} = 0.2V$, find I_{B1}.

(क) समझाइये कि MOSFET लोड की तरह किस प्रकार प्रयोग किया जाता है।

(ख) एक RTL गेट परिपथ में, $R_b = 1.5k\Omega$, $R_c = 3.6k\Omega$ तथा $V_{cc} = 3V$. $h_{FE} = 50$, $h_{FC} = 0.1$ के साथ ट्रान्जिस्टर T_1 व T_2 एक जैसे हैं। यदि T_2 OFF हो और $V_{CE} = 0.2V$ के साथ T_1 को सैचुरेट करने के लिए I_{B1} समायोजित की जया, तो I_{B1} निकालिए।

3. (a) Discuss the construction and working of depletion type MOSFET. How is the MOSFET gate is protected ?

(b) Draw the circuit diagram of CMOS NAND gate and explain its working.

(क) डिप्लीसन टाइप MOSFET की बनावट तथा कार्य प्रणाली की विवेचना कीजिए। MOSFET गेट कैसे संरक्षित किया जाता है ?

(ब) CMOS NAND गेट का परिपथ बनाइए तथा इसकी कार्य प्रणाली समझाइए।

4. Draw the circuit of a DTL NAND gate and calculate its input-output characteristic curve. What is the function of diodes D_1 and D_2 ? How can you experimentally determine FAN out of this gate in the laboratory ? Given $R = 2K\Omega$, $R_c = 2K\Omega$, $R_b = 20K\Omega$, $V_{CC} = +5V$, $V_{BB} = -2V$, $V_{CE(sat)} = 0.2V$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE(on)} = 0.7V$ and for diode, $V_{on} = 0.65V$.

एक DTL NAND गेट का परिपथ चित्र बनाइए तथा इसके इनपुट–आउटपुट लाक्षणिक वक्र को प्राप्त कीजए। डायोड D_1 व D_2 का क्या कार्य है ? इस गेट का फैन आउट प्रयोगशाला में कैसे ज्ञात कीजिएगा, दिया है; $R = 2K\Omega$, $R_c = 2K\Omega$, $R_b = 20K\Omega$, $V_{CC} = +5V$, $V_{BB} = -2V$, $V_{CE(sat)} = 0.2V$, $h_{FE} = 100$, $V_{BE(on)} = 0.7V$ डायोड के लिए $V_{on} = 0.65V$.

5. (a) Describe the photoetching process. How many masks are required to complete an IC ?

(b) Define sheet resistance R_s. What is the order of magnitude of R_s for the base region and also for the emitter region ? Draw the equivalent circuit of a basediffused resistor showing all parasitic elements.

(क) फ़ोटो एचिंग प्रोसेस का वर्णन कीजिए। एक IC को पूरा करने के लिए कितने मस्क चाहिए ?

(ब) शीट प्रतिरोध की परिभाषा दीजिए। बेस तथा एमिटर क्षेत्रों में R_s की परिमाण कोटि क्या है ? सभी पैरासिटिक तत्वों के साथ बेस–डिफ्यूज्ड प्रतिरोध का तुल्य परिपथ खींचिए।

6. (a) Simplify the following functions using karnaugh map :

निम्न फलकों को कार्नू मैप की सहायता से सरल बनाइए :

(i) $f = \Sigma m\ (0, 1, 8, 9, 10)$

(ii) $f = \Pi M\ (1, 3, 9, 10, 11, 14, 15)$

(b) How is storage time eliminated in a schottky transistor ?

शॉटकी ट्रान्जिस्टर में स्टोरेज समय कैसे दूर दिया जाता है ?

7. Draw the circuit of a phototransistor. For a phototransistor in the active region, write the expression for the collector current and draw the output characteristics. Compare this device with a photodiode.

फोटो ट्रान्जिस्टर का परिपथ चित्र खींचिए। ऐक्टिव क्षेत्र में फोटो ट्रान्जिस्टर के लिए कलेक्टर धारा का व्यंजक लिखिए तथा आउटपुट लाक्षणिक खींचिए। इस युक्ति की तुलना एक फोटो डायोड से कीजिए।

8. (a) Show that a full adder can be converted into a full subtractor by using an additional NOT gate.

(b) Draw the logic circuit of a one bit digital comparator and explain its working.

(क) दर्शाइए कि एक अतिरिक्त NOT गेट के प्रयोग से एक फुल एडर को फुल सबट्रैक्टर में बदला जा सकता है।

(ब) एक बिट के डिजिटल कम्परेटर का लॉजिक परिपथ बनाइए तथा इसकी कार्य प्रणाली समझाइए।

9. Write short note on any **two** of the following :

(a) Ebers-Moll equation for the transistor

(b) MOS switch

(c) Venn diagram

निम्न में से किन्हीं **दो** पर टिप्पणी लिखिये :

(अ) ट्रान्जिस्टर के लिए एबर्स–मॉल समीकरण

(ब) MOS स्विच

(स) वेन–डाइग्राम।

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2011

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer Question No. 1 which is compulsory and carries 3 marks. In addition, answer any other five questions, each of which carries 7 marks.

1. Obtain an expression for the interaction energy of an electric dipole placed in a uniform electric field.

   किसी समान विद्युत क्षेत्र में रखे एक विद्युत द्विध्रुव की अन्योन्य ऊर्जा के लिये एक व्यंजक प्राप्त कीजिये।

   OR (अथवा)

   Discuss the distinguishing features of Laser light.

   लेज़र प्रकाश के विशेष गुणों की विवेचना कीजिये।

2. Write down the Laplace's equation in rectangular cartesian and spherical polar coordinates. Find the solution for the equation in polar coordinates if the potential is independent of ϕ

   आयताकार कार्तीय तथा गोलीय ध्रुवी नियामकों में लाप्लास समीकरण लिखिये। ध्रुवी नियामकों में इस समीकरण का हल निकालिये यदि विभव ϕ पर निर्भर न करता हो।

3. State and prove Poynting's theorem.

   प्वाइन्टिंग प्रमेय का उल्लेख कीजिये तथा इसे सिद्ध कीजिये।

4. Write down the wave equation for the electromagnetic waves propagating in a good conductor and derive an expression for the skin depth in the conductor.

   Calculate skin depth for an electromagnetic wave of frequency 100 MHz in copper (permeability = $4\pi \times 10^{-7}$ henry/m and conductivity = 6×10^7 mho/m.)

किसी अच्छे चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगों के लिये तरंग समीकरण लिखिये तथा चालक में त्वचा गहराई के लिये व्यंजक का निगमन कीजिये।

100 MHz आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिये ताँबे में त्वचा गहराई की गणना कीजिये (चुम्बकशीलता $= 4\pi \times 10^{-7}$ हेनरी/मी. तथा चालकता $= 6 \times 10^{7}$ म्हो/मी.)।

Obtain the general boundary conditions that must be satisfied at the interface when an electromagnetic wave passes from one medium into another medium. Use these to derive Snell's law.

जब कोई विद्युत चुम्बकीय तरंग एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है तो वे परिसीमा प्रतिबन्ध प्राप्त कीजिये जो माध्यमों के बीच के तल पर सन्तुष्ट होने चाहिये। इनका उपयोग करके स्नेल नियम का निगमन कीजिये।

Distinguish between spontaneous and stimulated emissions. Define Einstein's coefficients and obtain relative contributions of spontaneous and stimulated emissions in thermal equilibrium.

स्वतः तथा उद्दीप्त उत्सर्जन में अन्तर बताइये। आइन्स्टाइन गुणकों की परिभाषा दीजिये तथा तापीय सन्तुलन में स्वतः तथा उद्दीप्त उर्त्सजन का सापेक्ष योगदान प्राप्त कीजिये।

Discuss basic principles of optical holography. How will you record and reconstruct a hologram ? Discuss its advantages over conventional photography.

प्रकाशिक होलोग्राफी के मूल सिद्धान्तों की विवेचना कीजिये। आप किसी होलोग्राम का निर्माण तथा पुनर्निर्माण कैसे करेंगे ? साधारण फोटोग्राफी की तुलना में होलोग्राफी के लाभों की विवेचना कीजिये।

8. Explain the working of a Lummer-Gehrack plate. Derive an expression for its resolving power.

लमर – गेहरक पट्टिका की कार्य प्रणाली समझाइये। इसकी विभेदन क्षमता के लिये व्यंजक का निगमन कीजिये।

9. Write short notes on any two of the following :

(a) Multipole expansion.

(b) Elementary theory of dispersion.

(c) Fabry - Perot etalon.

(d) Concave grating spectrograph.

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :

(अ) बहुध्रुव प्रसार

(ब) विक्षेपण का प्रारम्भिक सिद्धान्त

(स) फैब्री–पेरो ईटेलॉन

(द) अवतल ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ

B.Sc. (Part-III) Examination, 2012

Three-year Degree Course

PHYSICS (FIRST PAPER)

(Quantum Mechanics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question No. 1 which is compulsory and any other six questions. Question No. one carries one mark and all other carry six marks each.

1. Write down time dependent Schrodinger equation in one dimension for a particle of mass m moving in a constant potential V_0. 1

एक नियत विभव V_0 में विचरण करने वाले m संहति के एक कण के लिए काल–निर्भर एकविमितीय श्रोयडिंगर समीकरण लिखिए।

2. (a) Obtain an expressions for the allowed energy states of a particle of mass m confined to move in a one dimensional box of length L. Sketch the wave function and the probability density for first three quantum states. 4

(b) How many nodes would there in the probability density function of n^{th} state ? When will it approach the classical limit ? 2

(a) L लम्बाई के एकविमितीय बक्स में परिसीमित m संहति के एक कण की सम्भावित ऊर्जा अवस्थाओं के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। प्रथम तीन क्वान्टम अवस्थाओं के लिए तरंगफलन और सम्भावना घनत्व आलेखित कीजिए।

(b) n^{th} अवस्था के सम्भावना घनत्व में कितने नोड होंगे ? यह क्लासिकल सम्भावना घनत्व को कब उपागमित करेगा ?

3. A beam of particles of mass m and energy E is incident from the left on a rectangular barrier of height V and width a. Obtain an expression for the transmission coefficient for the transmission of particless across a very high and wide barrier (E<V). 6

m संहति और E ऊर्जा के कणों का एक पुंज V ऊँचाई और a चौड़ाई के आयताकार रोधक पर बाँई ओर से आपतित होता है। बहुत ऊँचे और चौड़े रोधक के कणों के पारगमन के लिए पारगमन गुणांक ज्ञात कीजिए (E<V).

4. (a) Show that the wave function of a one dimensional harmonic oscillator have definite parity. 3

(a) दर्शाइये कि एकविमितीय आवर्ती दोलत्र के तरंगफलनों की पैरिटी निश्चित होती है।

(b) The generating function for hermite polynomials is given as :
(b) हर्माइट पॉलीनौमियल के लिए जनकफलन निम्न होता है

$$S(\xi,s)=e^{s^2-(s-\xi)^2}=\sum_{n=0}^{\infty}H_n(\xi)s^n$$

show that the hermite polynomials so defined satisfy the equation
दर्शाइये कि उपरोक्त रुप से परिभाषित हर्माइट पॉलीनौमियल निम्न समीकरण

$$H_n''(\xi)-2\xi H_n'(\xi)+2nH_n(\xi)=0$$ 3

5. (a) The wave function for the group state of hydrogen atom is
(a) हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था का तरंगफलन निम्न है

$$\Psi_{100}=\frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}}e^{-r/a_0}$$

where a_0 is the Bohr radius. Find the expectation value of the potential energy of the atom in is state
जहाँ a_0 बोहर त्रिज्या है। is अवस्था में परमाणु की स्थितिज ऊर्जा का सम्भावित मान ज्ञात कीजिए।

$$\left[\int_0^{\infty}x^n e^{-ax}dx=\frac{\Gamma(n+1)}{a^n+1}\right]$$

(b) Find the most probable distance of the electron from the nucleus in is state.
(b) IS अवस्था में इलेक्ट्रॉन की नायिक से अधिकतम सम्भावित दूरी ज्ञात कीजिए।

6. What is exchange degeneracy in the context of identical particles ? Explain how this degeneracy is removed by taking the example of ortho- and para - helium.
समस्य कणों के संदर्भ में विनिमय अपकर्ष क्या हैं ? आर्थो – और पैरा – हीलियम का उदाहरण लेते हुए समझाइये कि यह अपकर्ष किस तरह दूर हो सकता है ?

7. (a) The quantum state of a hydrogen atom is described by a wave function $\Psi_{n/m}(r,\theta,\varphi)$. What is the physical significance of quantum numbers 'n', 'ℓ' and 'm' ? What is the order of degeneracy of a certain energy state ?
(a) हाइड्रोजन परमाणु की क्वान्टम अवस्था को $\Psi_{n/m}(r,\theta,\varphi)$. से प्रदर्शित किया जाता है ? क्वान्टम संख्या 'n', 'ℓ' और 'm' की भौतिक सार्थकता क्या है ? किसी ऊर्जा अवस्था के अपकर्ष की कोटि क्या है ?

(b) Complete the following

(b) निम्न समीकरण को पूरा कीजिए

$\hat{L}^2 \psi_{n/m} = ---$

$\hat{L}_z \psi_{n/m} = ---$

(a) Evaluate the following commutator brackets

(i) $\left[\hat{L}_-, \hat{L}_+\right]$ (ii) $\left[\hat{p}_x, \hat{L}_y\right]$

(b) Prove the following opin identities

(i) $\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y \hat{\sigma}_z = i$ (ii) $e^{i\hat{\sigma}\theta} = \cos\theta + i\hat{\sigma}\sin\theta$

(a) निम्न कम्प्यूटेटर ब्रैकेट को ज्ञात कीजिए

(i) $\left[\hat{L}_-, \hat{L}_+\right]$ (ii) $\left[\hat{p}_x, \hat{L}_y\right]$

(b) निम्न स्पिन सर्वसमिका को सिद्ध कीजिए

(i) $\hat{\sigma}_x \hat{\sigma}_y \hat{\sigma}_z = i$ (ii) $e^{i\hat{\sigma}\theta} = \cos\theta + i\hat{\sigma}\sin\theta$

Write short notes on any two of the following :

(a) Proof of equation of continuity

$$\bar{\nabla}.\bar{j} + \frac{\partial P}{\partial t} = 0$$

(b) Matrix representation of Pauli spin operators

(c) Operators and observables.

(d) Reduction of two body problem in two equivalent one body problem in a central force field.

(a) सततता समीकरण की पुष्टि

$$\bar{\nabla}.\bar{j} + \frac{\partial P}{\partial t} = 0$$

(b) पॉली स्पिन कारकों का आव्यूह निरुपण

(c) कारक और प्रेक्षक

(d) केन्द्रीय बल में दो पिंड समीकरण का दो तुलय एक पिंड समीकरणों में घटन

PHYSICS (SECOND PAPER)-2012

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question no. 1 which is compulsory and carries 7 marks and any other five questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols carry their usual meaning.

1. (a) Explain the terms :
   (i) μ space (ii) phase space
   (iii) ensemble (iv) ensemble average

   (b) Evaluate the following for simple, bodycentered and face-centred cubic lattices of cell edge 'a' :
   (i) lattice points per unit cell
   (ii) volume of the primitive cell
   (iii) numbers of nearest neighbours

   (क) निम्न पदों को स्पष्ट कीजिये :
   (i) μ आकाश (ii) कला आकाश
   (iii) एनसेम्बल (iv) एनसेम्बल औसत

   (ख) 'a' कोष्ठिका धार के साधारण, अंत: केन्द्रित तथा फलक–केन्द्रित घनीय जालकों के लिये निम्नलिखित ज्ञात कीजिए–
   (i) प्रति एकक–कोष्ठिका जालक बिन्दुओं की संख्या
   (iii) अभाज्य कोष्ठिका का आयतन
   (iii) निकटतम प्रतिवेशियों की संख्या।

2. (a) Show that

   (ii) $$\frac{dP}{dt}=\frac{\partial P}{\partial t}+\sum_{i=1}^{ff}\left[\frac{\partial P}{\partial q_i}q_i+\frac{\partial P}{\partial p_i}p_i\right]=0$$

   and (iii) for an equilibrium ensemble

   $$\vec{V}.gradP=0$$

   where symbols have their usual meaning.

   (b) How can you construct an equilibrium ensemble from $P(\alpha)$, where $\alpha \equiv \alpha\,(q_i, p_i)$ is a constant of motion.

(क) यह दिखाइये कि

(i) $$\frac{dp}{dt}=\frac{\partial P}{\partial t}+\sum_{i=1}^{f}\left[\frac{\partial P}{\partial q_i}q_i+\frac{\partial P}{\partial p_i}p_i\right]=0$$

तथा (ii) संतुलित एनसेम्बल के लिए

$$\bar{V}.gradP=0$$

जहाँ संकेतों के अर्थ सामान्य हैं।

(ख) P(α), जहाँ $\alpha\equiv\alpha(q_i,p_i)$ एक गति का अचर है, से एक संतुलित ऐनसेम्बल की रचना कैसे की जा सकती है ?

3. Prove any three of the following; symbols have their usual meaning :

(a) $P(E_i)\propto e^{-E_i/\tau}$ (b) $z=\frac{1}{N!h^f}\int e^{-E/\tau}d\Gamma$

(c) $\sigma=-\sum_s p_s\log p_s$ (d) $\Omega=-\tau\left[e^{\mu/\tau}\frac{V}{V_Q}\right]$

अधोलिखित में से किन्हीं तीन को व्युत्पन्न कीजिये, प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं—

(a) $P(E_i)\propto e^{-E_i/\tau}$ (b) $z=\frac{1}{N!h^f}\int e^{-E/\tau}d\Gamma$

(c) $\sigma=-\sum_s p_s\log p_s$ (d) $\Omega=-\tau\left[e^{\mu/\tau}\frac{V}{V_Q}\right]$

4. (a) Define grand partition function. Use this to obtain Fermi-Dirac (FD) distribution function. Under what conditions will FD distribution function reduce to classical Maxwell-Boltzman distribution function ?

(b) Find the numbers of states for photons with momenta between p and p+dp. Obtain the Planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distribution directly.

(क) महा विभाजन फलन परिभाषित कीजिए। इसका उपयोग करके FD वितरण फलन प्राप्त कीजिए। किन प्रतिबन्धों के अन्तर्गत FD वितरण फलन MB वितरण में लघुकृत होता है ?

(ख) p व p + dp के मध्य संवेग वाले फोटानों के लिए अवस्थाओं की संख्या प्राप्त कीजिये। फोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह वितरण BE के वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।

5. (a) Show that Fermi level in the intrinsic semiconductor lies midway in the forbidden gap. Find an expression for density of electrons in the conduction band.

(b) What is meant by Modelung energy ? The nearest neighbour separation in LiF is 2.0Å, Modelung constant $\alpha = 1.75$ and $n = 9$ in $V_{rep} = \frac{B}{r^n}$. Calculate the lattice energy per ion.

(क) दर्शाइये कि निज अर्धचालक में फर्मी स्तर वर्जित अंतराल के मध्य में होता है। निज अर्धचालक में संवाहन पट्ट में इलेक्ट्रॉन घनत्व का व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(ख) मैडुलंग ऊर्जा से क्या तात्पर्य है। LiF में निकटतम प्रतिवेशियों की मध्य दूरी 2.0Å है। मैडुलंग नियतांक $\alpha = 1.75$ तथा $n = 9$ मे $V_{rep} = \frac{B}{r^n}$ में जालक ऊर्जा प्रति आयन ज्ञात कीजिये।

6. (a) What is meant by a highly degenerate FD gas ? Calculate the Fermi energy of electron gas in copper. The density of copper at 300K is 8.96g/cm^3, and its atomic weight is 63.5. Take one electror per copper atom. Show also the electron gas in copper at roon temperature bahaves as a highly degenerate FD gas. Given that Avagadro's number is 6.0×10^{23}/gm mol, Planck's constant, $h=6.6\times10^{-34}$ Joule-sec, and mass of electron, $(m_e) = 9.1\times10^{-31}$ kg.

(b) What is reciprocal lattice ? Show that $\vec{d}_{hk\ell}$ is perpendicular to plane $(hk\ell)$. Also prove that

$$|\vec{d}^*_{hk\ell}| = \frac{1}{|\vec{d}_{hk\ell}|}$$

(क) उच्चतः अपभ्रष्ट FD गैस क्या है ? ताँबे में इलेक्ट्रॉन गैस की फर्मी ऊर्जा का परिकलन कीजिये। 300k पर ताँबे का घनत्व 8.96 ग्रा/सेमी^{3} है तथा उसका परमाणविक भार 63.5 है। एक ताँबे के परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन ले लीजिये। यह भी दिखाइये कि कक्षताप् पर ताँबे में इलेक्ट्रॉन गैस उच्चतः अपभ्रष्ट फर्मीडिराक गैस की भाँति व्यवहार करती है। दिया है कि आवोग्रैड्रो नंबर 6.0×10^{23} ग्राम मोल, प्लांक नियतांक $h = 6.6\times10^{-34}$ जूल से, तथा इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $(m_e) = 9.1\times10^{-31}$ किग्रा है।

(ख) एक व्युत्क्रम जालक क्या है ? यह दिखाइये कि $\vec{d}_{hkl}$ समतल $(hk\ell)$ पर लंब है। यह भी दिखाइये कि

$$|\vec{d}^{*}_{hk\ell}| = \frac{1}{|d_{hkl}|}$$

7. (a) Discuss the formation of allowed and forbidden energy bands on the basis of the kronig Penney model.

(b) The energy near the top of the valence band of a crystal is given by $E = -AK^2$ where $A = 10^{-39} jm^2$. An electron with wave vector $K = 0^{10}\ Jm^{-1}$ is removed from an orbital in the completely filled valence band. Determine the effective mass, velocity and momentum of the hole.

(क) क्रोनिग--पेनी माडल के आधार पर अनुमत व वर्जित ऊर्जा बैंडों की विवेचना कीजिये।

(ख) वेलेन्स बैंड के उच्च सिरे पर क्रिस्टल की ऊर्जा $E = -AK^2$ से व्यक्त है तो $A = 10^{-39}$ जूल मी^{2} है। पूर्णतः भरे वेलेन्स में $K = 10^{10}$ जूल मी$^{-1}$ वाला एक इलेक्ट्रॉन निकाला जाता है। कोटर का प्रभावी द्रव्यमान, वेग तथा संवेग ज्ञात कीजिये।

8. What are Brillouin Zones ? Determine the reciprocal lattice vectors which define the Brillouin zones of bcc and fcc lattices. How is the first Brillouin zone constructed ?

ब्रिलूआँ ज़ोन क्या है ? bcc व fcc जालकों के ब्रिलूआँ जोन की परिभाषा देने वाले व्युत्क्रम जालक सदिशों को निर्धारित करिये। प्रथम ब्रिलूआँ जोन कैसे बनाया जाता है ?

9. Write short notes on any **two** of the following :

(a) Phonon dispersion relation in case of a monatomic linear chain.

(b) Elastic constants of cubic crystal

(c) Principle of equipartition of energy. Use this to derive the Dulang Petit's law.

(d) Definition of Entropy. Gibb's paradox and its resolution.

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(क) एक परमाणुवीय लम्बी चेन के लिये फ़ोनोन विक्षेपण सम्बन्ध

(ख) घनात्मक ख़वों में प्रत्यास्थता गुणांक

(ग) ऊर्जा के समविभाजन का नियम तथा ड्यूलांग पेटिट नियम की व्युत्पत्ति

(घ) एन्ट्रॉपी की संकल्पना, गिब विरोधाभास तथा उसका स्पष्टीकरण।

PHYSICS (THIRD PAPER)-2012

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

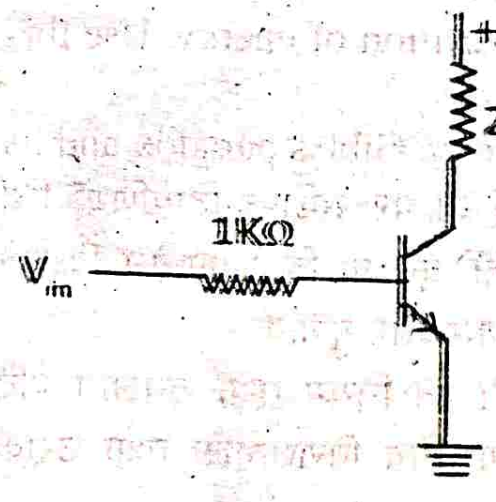
Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer six questions in all, including Question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry seven marks each.

1. Answer any two of the following :
   (a) What are direct and indirect semiconductors which one of the following is a Direct semiconductor :
   Silicon, Gallium Arsenide, Gallium Phosphide.
   (b) Show that while AND operation is associative, Nand operation is not.
   (c) State and prove DeMorgan Theorem using Venn diagram.

   निम्न में से किन्हीं दो के उत्तर दीजिये :
   (क) डाइरेक्ट तथा इनडाइरेक्ट अर्धचालक क्या है ? निम्न में से कौन डाइरेक्ट अर्धचालक हैं। सिलिकान, गैलियम अर्सेनाइड, गैलियम फॉस्फाइड।
   (ख) दर्शाइये : जब कि ऐन्ड आपरेशन एसोसिएटिव होता है, नॉन्ड आपरेशन ऐसा नहीं होता।
   (ग) डी मार्गन प्रमेय बताइये तथा इसे वैन चित्र के द्वारा सिद्ध करिये।

2. (a) Show that the value of saturation parameter (σ) in a bipolar junction transistor becomes negative, when it works in the inverse mode.
   (क) दर्शाइये कि एक बाईपोलर जंक्शन ट्रान्जिस्टर में संतृप्ति पैरामीटर (σ) ऋणात्मक होता है जब यह इनवर्स मोड में कार्य कर रहा हो।
   (b) In the following circuit, calculate the input voltage that drives the BJT to the edge between active and saturation region :
   (ख) निम्न परिपथ में उस इनपुट वोल्टेज की गणना करिये जो बी.जे.टी. को ऐक्टिव तथा सैचुरेशन की सन्धि तक ले जाता हो।



Given :
दिया है

$V_{CE(Sat)} = 0.2V$

$h_{fe} = 100$ and $V_{BE} = 0.75$ V.

3. (a) Draw the circuit diagram of a two input TTL Nand gate and derive its input-output characteristics.
   (b) How is the Fanout of a TTL Nand gate experimentally determined in the laboratory.
   (क) दो इनपुट वाले टी.टी.एल. नॉन्ड गेट का परिपथ बनाइये तथा इसके इनपुट–आउटपुट लाक्षणिक की व्युत्पत्ति कीजिये।
   (ब) प्रयोगशाला में नान्ड गेट का फैन आउट प्रयोग द्वारा कैसे निकाला जाता है।
4. (a) Draw (V_{DS} - I_D) characteristic curve of a JFET and explain it. What are similarities and dissimilarities between JFET and BJT.
   (b) What is a MOSFET ? Give the circuit diagram of a MOS inverter and derive its (V_{in} - V_{out}) characteristic curve.
   (क) एक JFET के (V_{DS} - I_D) लाक्षणिक कर्व बनाइये तथा इसे समझाइये। JFET तथा BJT की समानतायें तथा असमानतायें बताइये।
   (ख) मॉसफेट क्या होता है ? एक मॉस इनवर्टर का परिपथ बनाइये तथा इसके (V_{in} - V_{out}) लाक्षणिक ग्राफ को प्रतिपादित करिये।
5. Explain why :
   (a) For making isolation islands in IC technology, why is it essential to diffuse group III atoms in semiconductor very heavily and for longer time.
   (b) Silicon cannot be used for fabricating a LED, emitting light in the visible region. Given Band gap for Si = 1.1 eV.
   (c) The gate in a JFET is heavily doped, while the channel is lightly doped.
   (d) The transistor fabricated in an integrated circuit has poor high frequency response.
   (क) इन्टिग्रेटेड परिपथ टेक्नोलॉजी में आइसोलेशन द्वीप बनाने के लिए, समूह III के अणुओं को अत्यधिक मात्रा में तथा लम्बे समय तक डिपयूज किया जाता है।
   (ब) विजिबल प्रकाश उत्सर्जित करने वाले लेड को बनाने में सिलिकान का प्रयोग नहीं किया जाता। (सिलिकान का बैन्ड गैप = 1.1 eV).

(स) जंक्शन फेट में अशुद्धियों की कन्सट्रेशन ज्यादा होती है जबकि चैनेल में यह बहुत कम होती है।

(द) इन्टिग्रेटेड परिपथ में बने हुये ट्रान्जिस्टर का अधिक आवृत्ति रिस्पौन्स खराब होता है।

6. (a) Using theorem of Boolean Algebra prove that

(क) बूलियन बीजगणित के प्रमेयों का प्रयोग करते हुये सिद्ध करयिे–

$$(A + B).(\overline{A} + C).(B + C) = (A + B).(\overline{A} + C)$$

(b) Using Karnaugh Map simplify the following function :

(ख) कार्नू मैप का प्रयोग करते हुये निम्न फलन को सरल बनाइये :

$$f = \Pi_M(0, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15)$$

7. (a) Draw the logic circuit of a BCD adder and explain its working.

(b) Compare the characteristics of the RTL, DTL and TTL logic families.

(क) बी.सी.डी. ऐडर का लॉजिक परिपथ बनाइये तथा इसकी कार्यप्रणाली को समझाइये।

(ख) आर.टी.एल., डी.टी.एल. तथा टी.टी.एल. लॉजिक परिवारों के लाक्षणिकों की तुलना करिये।

8. Give the theory and working of a photoconductor. How can its gain be increased and response time decreased.

एक फोटोकन्डक्टर के सिद्धान्त तथा कार्यप्रणाली बताइये। किस प्रकार से इसके गेन को बढ़ाया जा सकता है तथा इसके रिस्पान्स समय को कम किया जा सकता है।

9. Write short note on any **two** of the following :

(a) Schottky transistor (b) Multiplexer

(c) Solar Cell (d) Ebars-Mols model.

निम्न में से किन्हीं **दो** पर टिप्पणी लिखिये :

(अ) शॉटकी ट्रान्जिस्टर (ब) मल्टीप्लेक्सर

(स) सोलर सेल (द) ऐबर–मोल्स मॉडल

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2012

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **Question No. 1,** which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer any other **five** questions, each of which carries 7 marks.

1. For silver $\mu = \mu_0$ and $\sigma = 3\times10^7$ s/m. Calculate the penetration depth for an electromagnetic wave of frequency 10 MHz.
चाँदी के लिए $\mu = \mu_0$ तथा $\sigma = 3 \times 10^7$s/m. 10MHz आवृत्ति की विद्युत–चुम्बकीय तरंग के लिए भेदन गहराई की गणना कीजिए।

OR (अथवा)

For ruby laser $\nu = -4.3\times10^{14}s^{-1}$,

$\Delta\nu = 1.5 \times 10^{11} s^{-1}$, $t_{sp} = 3 \times 10^{-3} s$,

$\lambda = 4 \times 10^{-5} cm$ *and* $t_c = 8 \times 10^{-9} s$. Find the threshould population inversion density.
रुबी लेसर के लिए $\nu = -4.3\times10^{14}s^{-1}$,

$\Delta\nu = 1.5 \times 10^{11} s^{-1}$, $t_{sp} = 3 \times 10^{-3} s$,

$\lambda = 4 \times 10^{-5} cm$ *and* $t_c = 8 \times 10^{-9} s$. देहली पापुलेसन उत्क्रमण घनत्व प्राप्त कीजिए।

2. (a) Find solution of Laplace's equation in cartesian coordinates.
कार्टेजियन निर्देशांक से लाप्लास समीकरण का हल निकालिए।

(b) Two parallel planes of infinite extent in the x and y directions are separated by a distance h in z direction have a potential difference v between them. Find the potential and electric field in the region between the planes.
x तथा y दिशाओं में अनन्त तक सीमित एवं z दिशा में h दूरी से पृथक्कृत दो समान्तर तलों के बीच विभवान्तर v है। तलों के बीच क्षेत्र में विभव तथा वैधुत–क्षेत्र निकालिए।

3. (a) Obtain multipole expansion of potential due to a charge distribution at a distant point.
एक आवेश वितरण के विभव का किसी सुदूर बिन्दु पर बहुध्रुव विस्तार प्राप्त कीजिए।

(b) Show that the plasma frequency is given by $w_P^2 = \frac{Ne^2}{m \in_v}$ where the symbols have their usual meaning.

दिखाइए कि प्लाज्मा आवृत्ति, $w_P^2 = \frac{Ne^2}{m \in_v}$ द्वारा प्रदर्शित होती है जहाँ संकेतांकों का अपना सामान्य अर्थ है।

4. (a) Show that a plane electromagnetic wave propagating in free space experiences an impedance of about 377 ohms.

दिखाइए कि मुक्त आकाश में विचरण करती हुई एक समतल विद्युत्–चुम्बकीय तरंग लगभग 377 ओम की प्रतिबाधा का अनुभव करती है।

(b) Explain Poynting's theorem.

प्वायण्टिग प्रमेय समझाइए।

5. Obtain Fresnel formulae for electromagnetic waves polarized parallel to the plane of incidence and discuss total internal reflection.

आपतन समतल में ध्रुवित विद्युत्–चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेस्नल सूत्र प्राप्त कीजिए तथा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की विवेचना कीजिए।

6. (a) Distinguish between spontaneous and stimulated emissions and discuss threshold condition for lasing.

स्वतः तथा उद्दीप्त उत्सर्जन में अन्तर बताइए तथा लेसर हेतु देहली अवस्था की विवेचना कीजिए।

(b) Explain spatial and temporal coherence of a laser beam.

लेसर किरण पुंज की स्थानिक एवं कालिक कला–सम्बद्धता को समझाइए।

7. (a) Describe prism spectrograph for uv region.

अवरक्त क्षेत्र के लिए प्रिज्म स्पेक्ट्रोग्राफ का वर्णन कीजिए।

(b) Explain the working of LG plate.

LG पट्टिका की कार्य प्रणाली समझाइए।

8. (a) How is white-light reflection hologram made ?

श्वेत–प्रकाश परावर्तन होलोग्राम कैसे बनाया जाता है ?

(b) Discuss thick hologram.

मोटे होलोग्राम की विवेचना कीजिए।

9. Write short notes on **any two** of the following :

(a) Metallic reflection (b) Population inversion

(c) Grating spectrograph (d) Fabry-Perot interferometer

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :

(अ) धात्विक परावर्तन (ब) पापुलेशन उत्क्रमण

(स) ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ (द) फैब्री–पेरो इन्टरफेरोमीटर

B.Sc. (Part-III) Examination, 2013

PHYSICS

(FIRST PAPER)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question No.1 which is **compulsory** and any other five questions.

प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है इसके अलावा 5 अन्य प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

1. (a) Wave functions $\psi_m(x)$ and $\psi_n(x)$ form and orthonormal set. Write and explain the orthonormality of these wave functions. 1

तरंग फलन $\psi_m(x)$ और $\psi_n(x)$ एक आर्थोनार्मल समूह बनाते हैं। इन तरंग फलनों की आर्थोनार्मलिटी लिखिये और समझाइये।

(b) Show that

दर्शाइये 2

$$(\vec{\sigma}\cdot\vec{a})^2 = \left|\vec{a}\right|^2$$

जहाँ $\vec{a}$ एक सदिश है तथा $\vec{\sigma}$ पाउली आव्यूहों को दर्शाता है।

2. (a) Show that (दर्शाइये कि)

(i) $[L_z, x] = i\hbar y$

(ii) $[L_z, p_y] = -i\hbar p_x$ $1\frac{1}{2}$

(iii) $[L_x, r^z] = 0$ 1

(b) Give the definition of a Hermitian operator and show that the expectation valu of one dimensional momentum operator is real. 2

हर्मिशियन आपरेटर की परिभाषा दें तथा दर्शायें कि एक विमीय संवेग आपरेटर का संभाव्य मान वास्तविक होता है।

(c) The Parity operator in one dimension is defined as $P\psi_{(x)=\pm\psi_{(x)}}$. Construct the eigen state of $\psi_{(X)}$ the parity operator in terms of for eigen values ± 1.

$P\psi_{(x)=\pm\psi_{(x)}}$ एक विमीय पैरिटी आपरेटर पारिभाषित करता है। ± 1 आइगेन मानों वाली आइगेन अवस्थाओं की संरचना $\psi_{(X)}$ के पदों में करें। 1

3. (a) A particle of mass m is confined in a potential

$V(x) = 0$ If $0 \leq x \leq L$

$= \infty$ elsewhere

Find the allowed energy eignvalues and eigen function for the particle.

m द्रव्यमान का कण निम्न विभव में निबद्ध है।

$V(x) = 0$ If $0 \leq x \leq L$

$= \infty$ अन्यत्र

कण के लिए संभव ऊर्जा आइगेन मानों तथा ऊर्जा आइगेन फलनों की गणना करें।

(b) Calculate the expection value of the position of the particle inthe ground state. Is this state invariant under parity ?

कण की न्यूनतम ऊर्जा अवस्था में कण के स्थिति (पोजीशन) आपरेटर के संभाव्य स्थिति की गणना करें। क्या यह अवस्था पैरिटी आपरेशन के अन्तर्गत अपरिवर्तनीय है।

4. (a) State and prove Ehrenfest theorem.

अर्नफेस्ट प्रमेय का वक्तव्य दें तथा इसे सिद्ध करें।

(b) Use the uncertainty principle to obtain the uncertainty in the momentum of a particle of mass m constrained to the volume of a cubical box of side a. What is the corresponding uncertainty in the Kinetic energy of the particle ? 4 + 3

अनिश्चितता सिद्धान्त का उपयोग करते हुये एक कण के संवेग में अनिश्चितता की गणना कीजिये, जिसका द्रव्यमान m है और जो a भुजा वाले घनाकार बक्से में है। कण की गतिज ऊर्जा में उत्पन्न अनिश्चितता की भी गणना कीजिए।

5. (a) The Harmonic Oscillator Hamiltonian is given as $H = \frac{px^2}{2m} + \frac{1}{2}mw^2x^2$. In its solution, the first two Hermite polynomials are given as $H_0(y) = 1$ and $H_1(y) = 2y$. Use the recurrence relation for Hermite polynomials to obtain first four normalized eigen functions of the Harmonic Oscillator solution. Here $y = rx$ and $r = \sqrt{\frac{mw}{\hbar}}$. Give the plot of these four eigen functions and comment on the parity of these eigen functions. 4

सरल आवर्ती दोलक का हैमिल्टोनियन दिया गया है $H = \frac{px^2}{2m} + \frac{1}{2}mw^2x^2$ इसके हल में प्रथम दो हर्माइट बहुपदीय $H_0(y) = 1$ तथा $H_1(y) = 2y$ द्वारा दिये जाते हैं। हर्माइट पदीयों के लिये रिकरेन्स सम्बन्धों का प्रयोग करते हुए सरल आवर्ती दोलक के हल में प्रथम चार नार्मलीकृत आइगेन फलनों को ज्ञात कीजिये। यहाँ $Y = rx$ तथा $r = \sqrt{\frac{mw}{\hbar}}$. इन चार आइगेन फलनों का ग्राफ खींचिये तथा आइगेन फलनों की पेरिटी पर अपना वक्तव्य दीजिये। 4

(b) List all the degene rate states $\psi_{n\ell m(r,\theta,\phi)}$ for $n = 3$ in the hydrogen atom problem. [No need for expressions, write only in terms of quantum numbers). $1\frac{1}{2}$

हाइड्रोजन परमाणु की दी गयी अवस्था $\psi_{n\ell m(r,\theta,\phi)}$ में $n = 3$ क्वांटम संख्या के लिए सभी डिजनरेट अवस्थाओं की सूची दीजिये (व्यंजकों की आवश्यकता नहीं हैं, केवल क्वांटम नम्बरों के सन्दर्भ में सूची दें।) $1\frac{1}{2}$

(c) Normalize the radial wave function. $R_{10}(x) = Ae^{-r/a0}$ $1\frac{1}{2}$

त्रिज्य तरंफ फलन $R_{10}(x) = Ae^{-r/a0}$ का नार्मलीकरण करें।

6. (a) Define raising and lowering angular Momentum operators $L_\pm$. Obtain the commutator $[L_+L_-]$. $3 + 4$

रेजिंग और लोवरिंग कोणीय संवेग ऑपरेटर्स $L_\pm$ की परिभाषा दीजिये कामुटेटर $[L_+L_-]$ की गणना कीजिये।

(b) Prove the relation

सिद्ध कीजिये

$$L_+|\ell, m\rangle = \sqrt{(\ell - m)(\ell + m + 1)}\ \hbar\,|\ell, m+1\rangle$$

7. (a) Consider a simple harmonic oscillator system described by the Hamiltonian $H' = \frac{p^2 x}{2m} + \frac{1}{2} m w^2 x^2$ If the system is perturbed by an interaction $H' = \lambda x$, Calculate the first order correction to the energy levels. 3+4

एक सरल आवर्ती दोलक निकाय, हैमिल्टोनियन $H' = \frac{p^2 x}{2m} + \frac{1}{2} m w^2 x^2$ द्वारा वर्णित है। यदि इस निकाय को $H' = \lambda x$, इन्टरऐक्शन द्वारा क्षोभित किया जाता है जो ऊर्जा स्तरों में प्रथम कोटि ऊर्जा शुद्धि की गणना करें। 3+4

(b) Consider a system of two identical spin half particle subjected to a common potential

$V(x) = 0$ If $0 \le x \le L$

$= \infty$ elsewhere

Calculate the ground state energy eigenvalue and eigen functions for the system. Show that the wave function is consistent with Pauli exclusion principle.

दो समानधर्मी (आइडेन्टिकल स्पिन) कणों के एक निकाय को विभव

$V(x) = 0$ If $0 \le x \le L$

$= \infty$ अन्यत्र

में रखा जाता है। इस निकाय के लिये न्यूनतम ऊर्जा अवस्था के आइगेन मान तथा आइगेन फलन की गणना करें। दर्शाइये कि यह तरंग फलन पाउली अपवर्जन सिद्धान्त के अनुरूप है।

8. Write short notes on any two of the following : $3\frac{1}{2} \times 2$

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें –

(a) Tunneling effect

(टनेलिंग प्रभाव)

(b) Spin-orbit coupling

(स्पिन–आर्बिट युग्मन)

(c) Lamb shift

(लैम्ब शिफ्ट)

(d) Zero point energy

(शून्य–बिन्दु ऊर्जा)

PHYSICS (SECOND PAPER)-2013

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question **no. 1** which is **compulsory** and carries 7 marks and any other **five** questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols have their usual meaning.

प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है, जो सात अंकों का है। शेष प्रश्नों में से किन्हीं पाँच प्रश्नों का उत्तर दीजिये जिसमें प्रत्येक के छः अंक है। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

1. (a) Distinguish among canonical, microcanonical and grand canonical ensembles. 3

विहित समुदाय, सूक्ष्म विहित समुदाय तथा वृहत् विहित समुदाय में विभेदन कीजिये।

(b) Evaluate the following for simple, body centered and face centered cubic lattices of cell edge 'a' 4

कोष्ठिका धार 'a' के साधारण, अन्तः केन्द्रित तथा फलत–केन्द्रित घनीय जालकों के लिये निम्नलिखित ज्ञात करें।

(i) Lattice points per unit cell

प्रति एकक–कोष्ठिका जालक बिन्दुओं की संख्या

(ii) Volume of the primitive cell

अभाज्य कोष्ठिका का आयतन

(iii) Number of nearest neighbours

निकटतम प्रतिवेशियों की संख्या

(iv) Nearest neighbour distance

निकटतम प्रतिवेशियों की दूरियां

2. (a) Find out the trajectory of a particle in the phase space which is executing a simple Harmonic Motion of amplitude 'A'. 3

प्रावस्था समष्टि में एक कण की प्रक्षेपपथ बताइये जो कि 'A' आयाम से सरल आवर्त गति करता है।

(b) What are statistical and thermodynamical entropies ? Discuss their merits and demerits. Derive the Boltzmann entropy relation also. 3

सांख्यिक एवं उष्मागतिक एन्ट्रापी क्या है ? इनके गुणों एवं दोषों की व्याख्या करें एवं बोल्ट्समैन एन्ट्रापी सम्बन्ध भी व्युत्पन्न कीजिये।

3. (a) Derive the Bose-Einstein distribution function. Give your comment on the Bose-Einstein condensation. 3

बोस–आइन्सटाइन वितरण फलन व्युत्पन्न कीजिए। बोस–आइन्स्टाइन संघनन पर भी अपने विचार व्यक्त करें।

(b) An ideal Bose-Einstein gas consists of particles with an internal degree of freedom. Besides the ground state $\epsilon_0 = 0$ assuming just one excited level ϵ_1 is important, find the condensation temperature of this gas . 3

एक आदर्श बोस–आइन्स्टाइन गैस में एक आन्तरिक स्वतन्त्रता की कोटि के कण हैं। यदि मूल अवस्था $\epsilon_0 = 0$ के अतिरिक्त, एक उत्तेजित अवस्था ϵ_1 महत्वपूर्ण है तो इस गैस से संघनन ताप को प्राप्त कीजिए।

4. (a) What is Gibbs paradox ? How is it resolved ? 3

गिब्स विरोधाभास क्या है ? इसका वियोजन किस प्रकार होता है ?

(b) What is partition function ? For a Canonical ensemble, prove the following : 3

संवितरण फलन क्या होता है ? कनोनिकल इन्सेम्बुल के लिए निम्नलिखित को सिद्ध कीजए।

(i) $P(E_i)\frac{1}{z}e^{-E_{i/\tau}}$

(ii) $\sigma = -\sum_{S} p_s \log p_s$

5. (a) Discuss the various types of symmetry elements and symmetry operations present in the three dimensional lattice. Prove that five -fold axis of rotation is not compatible with lattice. 3

त्रिविमीय जालक में उपस्थित सममिती अवयव एवं सममिती क्रिया की विवेचना कीजिए। सिद्ध कीजिये कि किसी जालक में पंचवर्गीय घूर्णन अक्ष नहीं हो सकता।

(b) What do you understand by reciprocal lattice ? Show that the reciprocal lattice of a f.c.c. lattice is a b.c.c. lattice. 3

व्युत्क्रम जालक से आप क्या समझते हैं ? दर्शाइए कि एक b.c.c.जालक का व्युत्क्रम जालक एक f.c.c.जालक है।

6. (a) Obtain the dispersion relation for a diatomic linear lattice and explain the origin and significance of acoustic and optical phonons. 3

एक द्विपरमाणुवीय रेखीय जालक के लिये विक्षेपण सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिये एवं ध्वनिकीय तथा प्रकाशकीय फोनान के उद्भव तथा महत्व को समझाइये।

(b) How does the Debye model differ from the Einstein model for specific heat in solids ? What are the consequences of these differences ?3

ठोसों में विशिष्ट ऊष्मा के डिबाई मॉडल की आइन्सटीन माडल से भिन्नता कैसे है ? इस भिन्नता के परिणाम क्या है ?

7. (a) Explain the formation of an ionic bond and obtain an expression for its cohesive energy. 3

आयनी बन्धन के बनने की व्याख्या करें एवं इसकी ससंजन ऊर्जा का व्यंजन स्थापित कीजिए।

(b) An electric field of 100 V/m is applied to sample of n-type semiconductor whose Hall coefficent is - 0.0125 m^3/ coulomb Determine the current density in the sample assuming. 3

$\mu_n = 0.36 m^2 v^{-1} S^{-1}$.

एक n-प्रकार के अर्द्धचालक, जिसका हॉल नियतांक ऋणात्मक 0.012 मीटर^3/कूलॉम, पर 100 वोल्ट/मीटर का विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है। इलेक्ट्रान की सचलता $(\mu_n) = 0.36$ मीटर^2 वोल्ट$^{-1}$ सेकेण्ड$^{-1}$ पर इस नमूने में धा घनत्व ज्ञात कीजिये।

8. (a) What are Brillouin Zones ? How do the effective mass and velocity of the electrons vary near the Brillouin Zone Boundary ? How is the first Brillouin Zone constructed for bcc lattice ?

ब्रिलूआँ ज़ोन क्या हैं ? ब्रिलूआँ ज़ोन के परिसीमा के निकट इलेक्ट्रान क प्रभावी द्रव्यमान व वेग में किस प्रकार का परिवर्तन होता है ? प्रथम ब्रिलू जोन bcc जालक के लिए कैसे बनाया जाता है ?

(b) Discuss the Krönig -Penney model to understand the allowed and forbidden energy bands for electrons in solid.

ठोसों में इलेक्ट्रानों के लिए अनुमत एवं वर्जित ऊर्जा बैन्डों को समझाने हे क्रोनिग–पेनी माडल से विवेचना कीजिए।

9. Write notes on any **two** of the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(a) Principle of equipartion of energy

(ऊर्जा के समविभाजन का नियम)

(b) Liouville Theorem

(ल्यूवेल प्रमेय)

(c) Bragg's law for X-ray diffration in Crystals

(क्रिस्टल में एक्स–किरण विवर्तन के ब्रैग नियम)

(d) Pauli Paramagnetism

(पाउली अनुचुम्बकत्व)

PHYSICS (THIRD PAPER)-2013

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer six questions in all, including Question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry seven marks each.

प्रश्न संख्या 1 समेत कुल छ : प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है तथा इसके 3 अंक हैं। अन्य प्रश्नों में से प्रत्येक 7 अंकों का है।

Answer any three of the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं तीन के उत्तर दें :

(a) Define saturation parameter σ for a BJT. What are its values in the active region and the saturation region ? 1

संतृप्त प्राचल σ की परिभाषा दें। सक्रिय क्षेत्र में तथा संतृप्त क्षेत्र में इसके मान क्या होते हैं ? 1

(b) Show the variation of electron density over the width of the base of an NPN transistor in the (i) active region, and the (ii) saturation region. 1

किसी NPN ट्रान्जिस्टर के आधार की चौड़ाई में इलेक्ट्रान घनत्व का संचरण (i) सक्रिय क्षेत्र में तथा (ii) संतृप्त क्षेत्र में दिखाइये। 1

(c) How will you obtain an AND gate using NOR gates only. 1

केवल NOR गेटों के उपयोग करके एक AND गेट कैसे प्राप्त करेंगे ? 1.

(d) Simplify the following function :

निम्नलिखित फलन को सरलीकृत कीजिये :

$$\overline{(\bar{A}+B).(A+\bar{B})}$$

2. (a) Explain 'storage time' and 'transition time' for a diode switched from forward bias to reverse bias. 2

अग्र बायस से विपरीत बायस में स्विच किये गये डायोड के लिए 'स्टोरेज समय' तथा 'ट्रान्ज़ीशन समय' को समझाइये। 2

(b) State Ebers-Moll model and write down the first set of Ebers-Moll equations. 2

एबर्स–मोल प्रारूप बताइये तथा एबर्स–मोल समीकरणों का पहला सेट लिखिये। 2

(c) Explain the advantage of a Schottky transistor over the normal BJT in switchig applications. 3

स्विच अनुप्रयोगों के लिये BJT की तुलना में शाटकी ट्रान्जिस्टर के लाभ समझाइये। 3

3. (a) Explain why is the Gate in a JFET heavily doped, while the channel is lightly doped. 2

समझाइये कि JFET के गेट में अपद्रव्य सान्द्रता अधिक तथा चैनल में कम क्यों रखी जाती है। 2

(b) Why is an enhancement type MOSFET preferred over a depletion type for a MOSFET switch ? 2

MOSFET स्विच के लिए डिप्लीशन प्रकार के MOSFET की अपेक्षा इन्हान्समेन्ट प्रकार के MOSFET को प्राथमिकता दी जाती है, ऐसा क्यों ? 2

(c) Discuss the working of an NMOS switch. 2

NMOS स्विच की कार्यविधि की विवेचना कीजिये। 3

4. (a) A 2-input RTL NOR gate has $R_b = 500\ \Omega$, $R_c = 650\ \Omega$, $V_{cc} = 3.6$ volt, $h_{FE} = 50$ and both the inputs in logic '0'. It drives 5 indentic

NOR gates. Calculate the output of the driver and the base currents supplied into the bases of the driven transistors. Assume V_{BE}= 0.75 volt of the driven transistors. 3

(अ) किसी 2–निवेषी RTL NOR गेट में R_b = 500 ओम, R_c = 650 ओम, V_{cc} = 3.6 वोल्ट, h_{FE} = 50 तथा दोनों निवेष लाजिंक '0' में हैं। यह 5 समरुप NOR गेटों को चलाता है। चालक गेट की निर्गत वोल्टता तथा चलित ट्रान्जिस्टरों के बेस में दी गई बेस धाराओं की गणना कीजिये। प्रत्येक चलित ट्रान्जिस्टर के लिये V_{BE}= 0.75 वोल्ट मान लें। 3

(b) Draw the circuit diagram of a 2-input RTL ExOR gate and explain its working.

RTL ExOR गेट का परिपथ चित्र खींचिये तथा उसकी कार्यविधि समझाइये। 4

5. (a) Draw the circuit diagram of a 2-input DTL NAND gate. Explain the function of the base resistance R_b and discuss considerations to choose its value. 3

दो निवेषी DTL NAND गेट का परिपथ चित्र खींचिये। बेस प्रतिरोध R_b का कार्य समझाइये तथा इसका मान चुनने के लिये किन बातों पर विचार करना है, विवेचना कीजिये। 3

(b) In a DTL NAND gate, R=2K Ω , R_C= 2K Ω ' R_b=5K Ω ' V_{CC}=5 volt, h_{FE}=50 and one input is in Logic '1' while the second input is given a variable voltage V_i. Calculate V_i for which the output transistor will go in moderate saturation with and $\sigma = 0.8 V_{CE} = 0.2$ volt 4

किसी DTL NAND गेट में R=2K Ω , R_C= 2K Ω ' R_b=5K Ω ' V_{CC}=5 वोल्ट, h_{FE}=50 और एक निवेष लाजिक 1 में है जबकि दूसरे निवेष पर एक चर वोल्टता V_i लगाई गई है। V_i के उस मान की गणना कीजिये जिस पर निर्गत ट्रान्जिस्टर $\sigma = 0.8$ तथा $V_{CE} = 0.2$ वोल्ट के साथ मध्यम संतृप्त अवस्था में चला जाये।

6. (a) Draw the circuit diagram of a TTL NAND gate. 2

गेट का परिपथ चित्र खींचेये। 2

(b) Explain the functions of the Phase Splitter and the Active Pull Up. 4

फेज स्प्लिटर तथा सक्रिय पुल–अप के कार्य समझाइये। 4

(c) Define fan out of a logic gate. 1

किसी लाजिक गेट के फैन आउट की परिभाषा दीजिये। 1

7. (a) Using Boolean algebra, simplify the function 2

बूलियन बीजगणित का उपयोग करके निम्नलिखित फलन को सरलीकृत कीजिये :

$f(A,B,C) = AB + \overline{B}C + \overline{AC}$

(b) Draw Karnaugh map for the following fuction and simplify : 2

निम्नलिखित फलन के लिये कार्नो मैप बनाइये तथा सरलीकृत कीजिये :

$f(A,B,C,D) = \sum m\,(0,2,4,5,6,7,8,10,12,13,14,15)$

(c) How will you implement a Half Adder using minimum number of NAND gates only ? 3

केवल NAND गेटों की न्यूनतम संख्या का उपयोग करके हाफ ऐडर कैसे बनायेंगे ? 3

8. (a) Sate the advantages of an Intergrated Circuit over a discrete circuit. 2

डिस्क्रीट परिपथ की तुलना में इन्टीग्रेटेड परिपथ के लाभ बताइये। 2

(b) Discuss the steps involved in the fabrication of an I.C. 5

I.C. के निर्माण के विभिन्न चरणों की विवेचना कीजिये। 5

9. (a) Why is a photodiode operated in the reverse-bias only ? 2

फोटोडायोड के विपरीत बायस में ही क्यों उपयोग करते हैं ? 2

(b) Calculate the energy band gap in eV required for an LED to emit green light of wavelength 550 nm.

किसी LED को 550 नैनो मी तरंग दैर्ध्य के हरे प्रकाश को उत्सर्जित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा बैण्ड अन्तराल की गणना eV में कीजिये। 2

($h=6.6\times10^{-34}$ Js, $c=3\times10^{8}$ m/s,) $e=1.6\times10^{-19}$ coulomb) 2

(c) Explain why is the photocurrent in a phototransistor larger than that in a photodiode. 3

समझाइये कि फोटोडायोड की अपेक्षा फोटोट्रान्जिस्टर में प्रकाश धारा अधिक क्यों मिलती है। 3

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2013

(Electromagnetic Theory, Laser Holography and Optical Instruments)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer Question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. In addition, answer any other five questions, each of which carries 7 marks.

प्रश्न संख्या एक का उत्तर दीजिए जो अनिवार्य है तथा तीन अंकों का है। इसके अतिरिक्त किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। जिनमें से प्रत्येक सात अंकों का है।

1: Find the reflection coefficient for a electromagnetic wave of frequency 1MH$_z$ incident normally on a sheet of iron for which $\sigma=2\times10^{6}$ s/m and $\mu=1000\mu_0$ where $\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ h/m. 3

1MH$_z$ आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिए परावर्तन गुणांक निकालिए जो लोहे की चद्दर पर लम्बवत् पड़ती है जिसके लिए $\sigma=2\times10^{6}$ s/m और $\mu=1000\mu_0$ जहाँ $\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ h/m. 3

OR/अथवा

A 5cm long optical cavity produces a laser beam of wavelength 0.6μm. Find the mode separation in $\overset{0}{A}$.

एक 5cm लम्बा प्रकाशित कोटर 0.6μm तरंग दैर्ध्य के लेसर किरण उत्पन्न करता है। विधा पार्थक्य को $\overset{0}{A}$ ज्ञात कीजिए।

2. A dielectric sphere of radius 'a' and permittivity ε_i is placed in a uniform electric field E_0. Find an expression for the polarization surface charge density. 7

'a' अर्द्ध व्यास तथा ε_i विद्युतशीलता का एक परा वैद्युत गोला एक समान विद्युत क्षेत्र E_0 में रखा जाता है। ध्रुवण पृष्ठ आवेश घनत्व के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

3.(a) Prove that $u = -\frac{1}{6} D_{\alpha\beta} E'_{\alpha\beta}(o)$, where u is the interaction energy, $D_{\alpha\beta}$ is the equadrupole moment of a charge distribution and $E_{\alpha\beta}(0)$ is the field gradient at the centre of $D_{\alpha\beta}$

सिद्ध कीजिए $u = -\frac{1}{6} D_{\alpha\beta} E'_{\alpha\beta}(o)$, जहाँ u अन्योन्य ऊर्जा है $D_{\alpha\beta}$ विद्युत–आवेश वितरण में चतुष्ध्रुव घूर्ण है और $E_{\alpha\beta}(0)$ के केन्द्र पर क्षेत्र–प्रवणता है।

(b) An electric field in vacuum has the components $E_x = E_y = 0$ and $E_z = A \cos nx \cos nct$. Find the magnetic field $\vec{H}$. Calculate the mean eneryg density and show that there is no mean flux of energy.

रिक्त स्थान में वैद्युत क्षेत्र के $E_x = E_y = 0$ तथा $E_z = A \cos nx \cos nct$ हैं। चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{H}$ ज्ञात कीजिये। माध्य ऊर्जा घनत्व की गणना कीजिए और दर्शाइए कि ऊर्जा का माध्य अभिवाह नहीं होता है।

4. (a) Discuss plane wave solution of maxwell's equations in dielectrics.

डाइ इलेक्ट्रिक में मैक्सवेल के समीकरणों के समतल तरंग हल की विवेचना कीजिए।

(b) Find phase velocity and skin depth of electromagnetic wave at 1GHz in coper if $\mu = \mu_0, \varepsilon = \varepsilon_0$ and $\sigma = 5.8 \times 10^7 s/m$.

कॉपर में 1GHz के विद्युत–चुम्बकीय तरंग का प्रावस्था वेग और त्वचा–गहराई ज्ञात कीजिए यदि $\mu = \mu_0, \varepsilon = \varepsilon_0$ तथा $\sigma = 5.8 \times 10^7 s/m$.

5.(a) Obtain fresnal formulae for electromagnetic waves polarized perpendicular to the plane of incidence.

आपतन समतल के लम्बवत् ध्रुवित विद्युत–चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेनल सूत्र प्राप्त कीजिए।

(b) Find the Poynting vector for a plane electromagnetic wave.

समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिए प्वायण्टिंग वेक्टर ज्ञात कीजिए।

6. (a) Distinguish between spontaneous and stimulated emissions. Find Einstein's A and B coefficients.

स्वतः एवं उद्दीप्त उत्सर्जन में अन्तर बताइए। आइन्सटीन के A और B गुणांक प्राप्त कीजिए।

(b) In a H_e-N_c laser $\left(\lambda = 6328\overset{0}{A}\right)$ d= 20cm, R_1=R_2=0.98, $\alpha_c \approx o, t_{sp}$ = 10^{-7}s $\Delta v = 10^9 H_Z$ and n_0= 1. Calculate t_c and threshold population inversion density.

H_e-N_e लेसर $\left(\lambda = 6328\overset{0}{A}\right)$ में d = 20cm, R_1=R_2=0.98, $\alpha_c \approx o, t_{sp}$ = 10^{-7}s $\Delta v = 10^9 H_Z$ और $n_0 = 1.t_c$ तथा पापुलेसन उत्क्रमण घनत्व की गणना कीजिए।

7. (a) Discuss the sharpness of fringes made by a Fabry-perot etalon.

एक फ़ेब्री–पेरो इटेलॉन से प्राप्त फ्रिन्जों की तीक्षणता की विवेचना कीजिए।

(b) Describe prims spectrograph for visible region.

दृश्य क्षेत्र के लिए प्रिज्म स्पेक्ट्रोग्राफ का वर्णन कीजिए।

8. (a) Describe formation and reconstruction of a hologram when both object wave and the reference wave are plane waves.

एक होलोग्राम के रचना और पुनर्निर्माण का वर्णन कीजिए जब दोनों उद्देश्य तरंग एवं सन्दर्भ तरंग समतल तरंगें हैं।

(b) Discuss volume hologram.

आयतन होलोग्राम की विवेचना कीजिए।

9. Write short notes on any two the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(a) Normal and anomalous dispersion

सामान्य एवं अनियमित विक्षेपण

(b) Maxwell's stress tensor

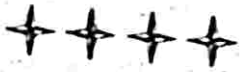
मैक्सवेल प्रति बल टेंसर

(c) Boundary condition for $\vec{H}$ and $\vec{D}$

$\vec{H}$ और $\vec{D}$ के परिसीमा–प्रतिबंध

(d) High resolution in optical hologram

प्रकाशित होलोग्राम में उच्च विभेदन



B.Sc. (Part-III) Examination, 2014

Three-year Degree Course

PHYSICS (FIRST PAPER)

(Quantum Mechanics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question **No.1** which is **compulsory** and any other **five** questions.

1. The normalized wave function of a particle is given as :

$$\psi(x) = \sqrt[2b]{b}\, x e^{-bx} \quad \text{for } x > 0$$
$$= 0 \quad \text{for } x < 0$$

एक कण का नार्मलीकृत तरंग फलन निम्नवत् है।

$$\psi(x) = \sqrt[2b]{b}\, x e^{-bx} \quad \text{जबकि } x > 0$$
$$= 0 \quad \text{जबकि } x < 0$$

(i) For what value of x does $P(x) = |\psi(x)|^2$ peak ? 1/2

x के किस मान के लिये $P(x) = |\psi(x)|^2$

(ii) Calculate the expectation value $< x >$. 1 1/2

संभाव्य मान $< x >$ की गणना कीजिये।

2. (a) Obtain the relation between probability density and probability flux (current) for a particle represented by a one dimensional Schrödinger equation. Explain the Conservation law given by this relation. 4

एक विमीय श्रोडिंगर समीकरण द्वारा निरूपित किसी कण के लिये प्रायिकता घनत्व तथा प्रायिकता घनत्व तथा प्रायिकता धारा में सम्बन्ध प्राप्त कीजिये। इस सम्बन्ध द्वारा दिये गये संरक्षण नियम को समझाइये।

(b) The wave function for a particle is given by

एक कण का तरंग फलन है

$$\psi(x) = Ae^{ikx} + Be^{-ikx}$$

Calculate the probability flux associated with the particle for this wave-function and interpret your result.

इस तरंग फलन के लिये कण से सम्बद्ध प्रायिकता फ्लक्स की गणना कीजिये तथा प्राप्त परिणाम का अर्थ समझाइये। 3

3.(a) For the particle confined in a box potential $V(x) = 0$ for $0 \leq x \leq L$ and $V(x) = \infty$ elsewhere, the normalized energy eigenfunctions are given by.

एक विमीय बाक्स विभव $V(x) = 0$ जबकि $0 \leq x \leq L$ तथा $V(x) = \infty$ तथा अन्यत्र, में बन्द कण के ऊर्जा आइगेनफलन है।

$$U_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

(i) Show that energy eigenfunction is not an eigenfunction of momentum operator for any n. 1

दर्शाइये कि किसी n के लिये ऊर्ज़ा आइगेनफलन संवेग आपरेटर के आइगेनफलन नहीं है। 1

(ii) Find the eigenfunctions of momentum operator corresponding to each energy eigen function $U_n(x)$.

What are the momentum eigen values for each n ? 3

प्रत्येक ऊर्जा आइगेनफलन Un(x) से सम्बद्ध संवेग आपरेटर के आइगेनफलनों को प्राप्त कीजिये। प्रत्येक n के लिये संवेग आइगेनमान क्या हैं ? 3

(b) An arbitrary wave function $\psi(x)$($\psi(x)$ is zero at x=0 and x = L) can be expanded in terms of the complete set of energy eigenfunction as : $\psi(x) = \sum_n C_n U_n(x)$, C_n are constants

ऊर्जा आइगेनफलनों के पूर्ण सेट द्वारा कोई भी तरंगफलन $\psi(x)$($\psi(x)$, x=0 तथा x = L पर शून्य है)

निम्नलिखित रूप से विस्तारित है :

$\psi(x) = \sum_n C_n U_n(x)$ जहाँ C_n स्थिरांक हैं।

(i) Show that (दर्शाइये कि)

$$C_n = \int_0^L U_n^*(x)\,\psi(x)\,dx$$ 1½

(ii) Show that (दर्शाइये कि)

$$\sum_n U_n^*(x')U_n(x) = \delta(x-x')$$

$\delta(x-x')$ is one dimensional delta function and other symbols have their usual meaning.

$\delta(x-x')$ एक विमीय डेल्टाफलन है तथा अन्य सिम्बलों के सामान्य अर्थ हैं।

4. (a) Hamiltonian $H = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{1}{2}mw^2x^2$ for Harmonic oscillator. For a given value of Energy E, what are the classical turning points of the oscillator ? Give the plot of first two energy eigen functions $\psi_0(y)$ and $\psi_1(y)$ where $y = rx$ and $r = \sqrt{\frac{mw}{\hbar}}$. Show the classically forbidden region in the plot by dashed line and classically allowed region by the solid line. 2½

हार्मोनिक दोलक का हैमिल्टोनियन है $H = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{1}{2}mw^2x^2$ दी गयी ऊर्जा E के लिये दोलक के क्लासिकल मोड़ बिन्दु क्या हैं ? प्रथम दो ऊर्जा आइगेनफलनों $\psi_0(y)$ तथा $\psi_1(y)$ जहाँ $y = rx$ तथा $r = \sqrt{\frac{mw}{\hbar}}$ का ग्राफ खींचिये। ग्राफ में क्लासिकीय वर्जित क्षेत्र को वेछिछन् रेखा से दर्शाइये तथा क्लासिकीय रूप से उपलब्ध क्षेत्र को ठोस रेखा से दर्शाइये। 2½

(b) Write the generating function associated with Hermite polynomials and using it, obtain

हर्माइट बहुपदीय फलनों का जनरेटिंग फलन लिखिये तथा इसके उपयोग से निम्नलिखित सम्बन्ध प्राप्त कीजिये।

$$\frac{1}{n!}\frac{1}{m!}\int_{-\infty}^{\infty} H_m(y)H_n(y)e^{-y^2}dy=\sqrt{\pi}\frac{2^n}{n!}\delta_{mn}$$

Here $H_m(y)$ are the m^{th} order Hermite Polynomial 3

यहाँ $H_m(y)$ m आर्डर का हर्माइट बहुपदीय फलन है।

(c) Use the parity arguments to show that the expectation value $\langle x^3 \rangle$ calculated with respect to the ground state wave function is zero. Do not evaluate the integral. 1½

पैरिटी तर्कों के आधार पर समझाइये कि संभाव्य मान $\langle x^3 \rangle$ शून्य होता है। $\langle x^3 \rangle$ की गणना दोलक के तलीय तरंग फलन $\psi_0(x)$ से की गयी है। $\langle x^3 \rangle$ की गणना समाकलन द्वारा न कीजिये।

5. (a) Show that

दर्शाइये कि :

(i) $[L_x, y] = i\hbar z$ 1½

(ii) $[L_x, p_z] = -i\hbar p_y$ 1½

(b) Define L_+ and L_-. Evaluated $[L_z L_+]$ and $[L_z L_-]$ 3

L_+ and L_- are raising and lowering angular momentum operators.

रेजिंग तथा लोवरिंग कोणीय संवेग आपरेटर्स L_+ तथा L_- को परिभाषित कीजिये तथा $[L_z L_+]$ व $[L_z L_-]$ की गणना कीजिये। 3

(c) Evaluate $[x, 2p^2 + 3p^3]$

की गणना कीजिये।

$[x, 2p^2 + 3p^3]$ 1

6. (a) Write the angular momentum operator L^2 in terms of θ and ϕ give a brief discussion of its eigenfunction $\underline{Y}em(\theta,\phi)$ solutions separating out θ an ϕ dependences. 4

कोणीय संवेग आपरेटर L^2 को θ तथा ϕ के पदों में लिखिये तथा इस आपरेटर के आइगेनफ़लनों $\underline{Y}em(\theta,\phi)$ के θ व ϕ निर्भरता को अलग करते हुये संक्षेप में समझाइये। 4

(b) Discuss the parity of the dependent wave function $\Theta(\theta)$ in the above solution. 1½

उपरोक्त आइगेनफलनों में केवल θ निर्भर तरंग फलनों $\Theta(\theta)$ की पैरिटी समझाइये।

(c) What is the degeneracy of Hydrogen atom solution $\psi_{nem}(r,\theta,\phi)$ belonging to a particular energy ? Calculate it. 1½

किसी एक ऊर्जा के लिये हाइड्रोजन एटम तरंग फलन $\psi_{nem}(r,\theta,\phi)$ की अपभ्रष्टता क्या है ? इसकी गणना कीजिये।

7. (a) Give a brief account of the first order time independent perturbation theory for the non-denerate case. 4½

अपभ्रष्टता की अनुपस्थिति में प्रथम आर्डर समय निरपेक्ष विक्षोभ सिद्धान्त का संक्षिप्त विवरण दीजिये।

(b) Consider a perturbation $H' = \frac{1}{2}bx^2$ to the harmonic oscillator problem where $H_0 = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2}kx^2$

Calculate the first order change $E_0(1)$ in the ground state energy E_0 of the harmonic oscillator. 2½

(b) आवर्ती दोलक समस्या के लिये।

$H_0 = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2}kx^2$ में $H' = \frac{1}{2}bx^2$

का विक्षोभ मानकर तलीय अवस्था की ऊर्जा E_0 में प्रथम आर्डर सुधार $E_0(1)$ की गणना कीजिये। 2½

8. (a) Show that a Gaussian Wave-function in position space gives another Gaussian wave-packet in momentum space. Use this relation to explain uncertainty relation in position and momentum measurements. 31/2

स्थिति अन्तराकाश में परिभाषित एक गाउसियन तरंग फलन संवेग अन्तराकाश में दूसरे तरंग फलन को जन्म देता है जो कि संवेग में गाउसियन है। इस सम्बन्ध के उपयोग से स्थिति और संवेग मापन में अनिश्चितता सम्बन्ध को समझाइये।

(b) How would you reduce a two body Schrödinger equation into two one body Schrödinger equations ? 31/2

एक द्विपिंड श्रोडिंगर समीकरण से दो एक-पिंड श्रोडिंगर समीकरण किस प्रकार प्राप्त कीजियेगा।

9. (a) Write short notes on symmetric and antisymmetric wave-functions of indistinguishable particles. 31/2

पहचान विहीन कणों के समूह के लिये सममिति तथा प्रतिसममिति तरंग–फलन पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये।

(b) σ_x, σ_y and σ_z are Pauli matrices. Vector $\bar{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

σ_x, σ_y तथा σ_z पाउली आव्यूह हैं। सदिश $\bar{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

(i) Calculate the determinate of $\bar{\sigma}.\bar{r}$. 11/

$\vec{\sigma}.\vec{r}$. के डिटरमिनेन्ट की गणना कीजिये

(ii) Prove that

$$(\vec{\sigma}.\vec{A})(\vec{\sigma}.\vec{B}) = \vec{A} + \vec{B} + i\vec{\sigma}.(\vec{A} \times \vec{B})$$

सिद्ध कीजिये

$$(\vec{\sigma}.\vec{A})(\vec{\sigma}.\vec{B}) = \vec{A} + \vec{B} + i\vec{\sigma}.(\vec{A} \times \vec{B})$$

PHYSICS (SECOND PAPER)-2014

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Attempt question **no. 1** which is **compulsory** and any other 5 questions. Question **No.1** carries 7 marks and other are of 6 marks each.

1. (a) Explain the terms : 4

(i) μ space
μ आकाश

(ii) Phase space
कला आकाश

(iii) ensemble
एनसैम्बल

(iv) ensemble average
एनसेम्बल औसत

(b) What are Miller indices ? Draw (101) and (111) planes in a cubic unit cell . 3

(ख) मिलर सूचकांक क्या है ? किसी घनीय यूनिट सेल में (101) तथा (111) समतलों को खींचिये।

2.(a) Show that
यह दिखाइये कि

(i) $$\frac{dp}{dt} = \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{i=1}^{F} \left[\frac{\partial p}{\partial q_i} q_i + \frac{\partial p}{\partial p_i} p_i \right] = 0$$

and
तथा

(ii) For an equilibrium ensembel .
संतुलित एनसेम्बल के लिये

$$V \text{ grad } p = 0$$

where symbols have their usual meaning . 2+1
जहाँ संकेतों के अर्थ सामान्य है।

(b) How can you constru... equilibriu... ble from $P(\alpha)$, whe... $\alpha \equiv \alpha(q_i, p_i)$ is a constant of motion.

(ख) $P(\alpha)$, जहाँ $\alpha = \alpha(q_i, p_i)$ एक गति का अचर ह... एक संतुलित ऐनसेम्ब... की रचना कैसे की जा सकती है ? 3

3. (a) For a canonical ensemble prove the following :
केनॉनिकल एंनसेम्बल के लिये, अधोलिखित को सिद्ध कीजिये :

(i) $z = \sum_i e^{-E_i/T}$

(ii) $p(Ei) = \frac{1}{z} e^{-E_i/T}$

(iii) $\sigma - \sum_s p_s \log p_s$

where the symbols have their usual meaning 1+1+
यहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ है।

(b) Use the relation for grand partition function and grand potential
महा विभाजन फलन तथा महा विभव के संबंध
$z = e^{-\Omega/T}$
to derive the FD distribution. Under what conditions will the FDdistributio... reduce to the classical MB distribution ? 2+
का उपयोग करके FD वितरण MB प्राप्त कीजिये। किन प्रतिबंधों से वितरण ... लघुकृत होता है।

4. (a) Find the number of states for photons, with momenta between ... and p+dp. Obtain the planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distributio... directly. 2+
(b) Calculate the Fermi energy of electron gas in copper . Take the densit... of copper at 300 K as 8.96 g/cm^3 and its atomic weight 63.5 Als... assume that there is one conduction electron per copper atom. 3
(क) p व p+dp के मध्य संवेग वाले फोटानों के लिये अवस्था की संख्या प्राप्त कीजिये। फोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह वितरण BE के वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।
(ख) ताँबे में इलेक्ट्रॉन गैस की फर्मी ऊर्जा का परिकलन कीजिये। ताँबे का 30... K पर घनत्व 8.96 ग्रा/सेमी तथा उसका परमाणु भार 63.5 ले लीजिये। यह मान लीजिये कि ताँबे के एक परमाणु से एक चालन इलेक्ट्रान मिलता है।

5. (a) State and prove the principle of equipartition of energy. Use this principle of energy. Use this principle to obtain the expression for the specific heat of the solid consisting of N, three dimensional non interacting harmonic oscillators. 2+1

(b) A system of distinguishable particles can take only 3 different energy states, $E_1=0$, $E_2 = 1.38\times10^{-21}$], $E_3 = 2.76\times10^{-21}$].
These states can occur in 2, 5, 4 different ways respectively. Deduce the probability that the temperature 300 K the system may be in
(i) one the microstates of energy E_3 and
(ii) ground states E_1.

(क) ऊर्जा के समविभाजन के नियम को कथन दीजिये तथा उसे सिद्ध कीजिये। त्रिविम परस्पर क्रिया न करने वाले सरल आवर्त दोलित्रों वाले किसी ठोस की विशिष्ट उष्मा का उच्च ताप पर व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(ख) विभेद्य कणों वाला एक निकाय तीन भिन्न ऊर्जा अवस्थाओं, जूलs, $E_1=0$, $E_2 = 1.38\times10^{-21}$], जूल $E_3 = 2.76\times10^{-21}$]. में हो सकता है। तीनों अवस्थायें क्रमशः 2, 5 व 4 प्रकार से हो सकती है। इसकी प्रायिकता निकालिये कि निकास 300Kपर
(i) ऊर्जा E_3 वाले किसी एक सूक्ष्म–अवस्था में या
(ii) भूतल अवस्थाओं में रह सके।

(a) Obtain Laue's equations for X-ray diffraction by crystals, show that these are consistent with Bragg's law. 2 + 1
क्रिस्टलों में X-किरण के लिये लावे समीकरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह ब्रैग नियम के अनुरूप है।

(b) Find out reciprocal lattice vectors for a space lattice defined by the following primitive lattice vectors
अधोलिखित प्रिमिटेव जालक सदिशों के लिये व्युत्क्रम जालक सदिश प्राप्त कीजिये।

$\bar{a} = 5\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k}$

$\bar{b} = -5\hat{i} + 5\hat{j} + 5\hat{k}$

$\bar{c} = 5\hat{i} - 5\hat{j} + 5\hat{k}$

where $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ are unit vectors along x, y and z axes. Also find volume of the primitive cell. 2+

जहाँ $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ अक्षों x, y व z की दिशाओं में मात्रक सदिश है। प्रिमिटिव सेल आयतन भी निकालिये।

7. (a) Derive expressions for the binding energy for an ionic crystal a Madelung constant for an infinitely long, one dimensional ionic crys consisting of singly charged alternate positive and negative ions. T Madelung constant of $CsC\ell$ is greater than that of $NaC\ell$ b still $NaC\ell$ structure is more stable than $CsC\ell$ structure. 3+

किसी आयनी क्रिस्टल के लिये बंधन ऊर्जा तथा एक-एक करके धनात्म व ऋणात्मक आयनों वाले अनन्त लम्बाई के एक विम आयनी क्रिस्टल लिये मेडलंग स्थिरांक का व्यंजक प्राप्त कीजिये। $CsC\ell$ का मेडलंग स्थिर $NaC\ell$ के मेडलंग स्थिरांक से बड़ा है पर फिर भी $NaC\ell$ की बनावट ाक स्थिर है। इसे स्पष्ट कीजिये।

(b) In an ionic crystal the value of exponent b in the exponential fo of repulsive energy $ae^{-r/b}$ is 0.207 $\overset{0}{A}$. If the nearest neighbour distan is 2.07 $\overset{0}{A}$ and the Madelung constant =1.74, calculate the latti energy per molecule.

एक आयनिक क्रिस्टल में विकर्षण ऊर्जा के एक्सपोनिशियल रूप $ae^{-r/b}$ घातांक b का मान 0.207 $\overset{0}{A}$ है। यदि निकटतम पड़ोसी की दूरी 2.07 $\overset{0}{A}$ त $\alpha = 1.74$ मेडलंग स्थिरांक हो तो लैटिस ऊर्जा प्रति अणु की गणना कीजि

8. (a) Prove that the motion of electrons through the periodic potential solids gives rise to the band structure. What are Bloch Functions ? 2

यह सिद्ध कीजिये कि ठोसों में आवर्ती विभव में इलेक्ट्रॉनों की गति कारण बैंडों की रचना होती है। ब्लॉक फलन क्या है ?

(b) Differentiate between Debye's and Einstein's theory of lattice spec heat. Show that the low temperature specific heat of lattice varie cube of the absolute temperature. 1+

डिबाई तथा आइन्सटाइन के जालक विशिष्ट ऊष्मा सिद्धान्तों में वि कीजिये। दर्शाइये कि निम्न ताप पर जालकों की विशिष्ट ऊष्मा परमताप घन के अनुसार बदलती है।

9. Write short notes on any two of the following :
   (a) Gibbs Paradox and its resolution,
   (b) Thermionic emission,
   (c) Bravais lattices.Derivation of Bravais lattices for triclinic and Monoclinic Systems.
   (d) Vibrations of one- dimensional diatomic lattice.

अधोलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :
(a) गिब्स का विरोधाभास व इसका समाधान
(b) तापायनिक उत्सर्जन
(c) ब्रावे जालक। ट्राइक्लीनिक तथा मोनोक्लीनिक निकायों के ब्रावे जालकों की व्युत्पत्ति
(d) एकविम–द्विपरमाणविक जालक के कम्पन।

PHYSICS (THIRD PAPER)-2014

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

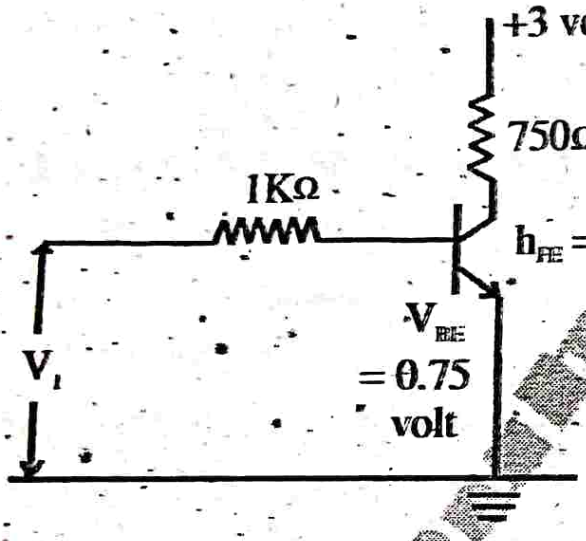
Note : Answer **six** questions in all, including Question No. 1, which is **compulsory** and carries 3 marks. **All** other questions carry seven marks each.

1. Answer any three of the following :
   (a) Define 'storage' and 'transition' times in a diode switch going from ON → OFF.
   (b) Show the variation of the electron density over the width of the base of an NPN transistor in the saturation region.
   (c) State De Morgan's theorems.
   (d) Draw the truth table of a Full Adder.

निम्नलिखित में से किन्हीं तीन के उत्तर दीजिए :
(अ) ON → OFF जाने वाली किसी डायोड स्विच में 'स्टोरेज' तथा 'ट्रन्ज़ीशन' समयों की परिभाषा दीजिये।
(ब) संतृप्त क्षेत्र में किसी NPN ट्रान्ज़िस्टर के आधार की चौड़ाई में इलेक्ट्रान–घनत्व का संचरण दिखाइये।
(स) डी मार्गन प्रमेयों का उल्लेख कीजिये।
(द) फुल ऐडर की सत्य सारिणी बनाइये।

2. (a) Using Ebers- Moll equations, derive a relation between $V_{ce}(sat.)$ and the saturation parameter σ for a BJT. Draw the graph between them in the normal mode.
एबर्स–मोल समीकरणों का उपयोग करके किसी BJT के लिये $V_{ce}(sat.)$ तथा संतृप्त प्राचल σ के बीच सम्बन्ध निकालिये। नार्मल मोड में उनके ग्राफ खींचिये।

(b) Calculate the input voltage V_i that will drive the transistor to the edge between active and saturation regions.
उस निवेषी वोल्टता V_i की गणना कीजिये जो ट्रान्जिस्टर को सक्रिय तथा संतृप्त क्षेत्रों के बीच के सिरे पर पहुँचा देगा।



(a) Using Boolean algebra, show that
$(A+B)(A+C) = A+BC$

(b) Draw Karnaugh map for the following Boolen function and simplify
$f(A,B,C,D) = \sum m\,(0,2,4,5,6,8,10,12,14,15)$

(c) Draw the circuit diagram for a Half Subtractor using minimum number of NAND gates only.

(अ) बूलियन बीजगणित का उपयोग करके दिखाइये कि
$(A+B)(A+C) = A+BC$

(ब) नीचे दिये गये बूलियन फलन का कार्नो मैप बनाइये तथा उसे सरलीकृत कीजिये।
$f(A,B,C,D) = \sum m\,(0,2,4,5,6,8,10,12,14,15)$

(स) केवल NAND गेटों की न्यूनतम संख्या का उपयोग करके हाफ सब्ट्रैक्टर का परिपथ चित्र खींचिये।

4. (a) Draw the drain characteristics of a JFET and mark the three regions of operation on it .

(b) Show the transfer characteristics of a depletion type and an enhancement type MOSFET. Which one is preferable for switch applications and why ?

(c) Draw the circuit of a MOSEFT switch. Discuss the supply voltage and load impedance required for the switch.

(अ) JFET के लिये ड्रेन लाक्षणिक खींचिये तथा इस पर कार्य करने वाले तीन क्षेत्रों को अंकित कीजिये।

(ब) डिप्लीशन प्रकार के तथा इन्हान्समेन्ट प्रकार के MOSEFT के लिये ट्रान्सफर लाक्षणिक दिखाइये। स्विच उपयोगों के लिये इनमें कौन सा प्राथमिकता योग्य है और क्यों ?

(स) MOSEFT स्विच का परिपथ चित्र खींचिये। स्विच के लिये आवश्यक संभरण वोल्टता तथा लोड प्रतिबाधा की विवेचना कीजिये।

5. (a) Draw the circuit diagram for A 2-input RTL NOR gate. Discuss the considerations for choosing a value for the Pull up resistor R_c.

(b) A 2 - input RTL NOR gate has $R_b = 500\Omega$, $R_c = 1K\Omega$, $V_{cc} = 3$volt. Both the inputs are in logic 'O'. It drives four identical NOR gates. Calculate the output of the driver NOR. Assume V_{BE} for each of the driven transistors to be 0.75 volt.

(c) Define 'Noise Margin' for a logic gate.

(अ) 2–निवेष वाले RTL NOR गेट का परिपथ चित्र खींचिये। पुल–अप प्रतिरोध R_c का मान चुनने के लिये जिन बातों का ध्यान रखना होता है, उनकी विवेचना कीजिये।

(ब) एक 2–निवेषी RTL NOR गेट में वोल्ट $R_b = 500\Omega$, $R_c = 1K\Omega$, $V_{cc} = 3$ वोल्ट। इसके दोनों निवेष लाजिक 'O' में हैं। यह चार समरूप NOR गेटों को चलाता है। चालक NOR के निर्गत की गणना कीजिये। चलित ट्रान्ज़िस्टरों में से प्रत्येक का V_{BE} 0.75 वोल्ट मान लें।

(स) किसी लाजिक गेट के लिए 'न्वाएज़ मार्जिन' की परिभाषा दीजिये।

6. (a) Draw the circuit diagram of a 2-input DTL NAND gate. Discuss the need of a base resistance R_b How will you choose its value ?
   (b) For a DTL NAND gate, show that for a moderately saturated proportional to its h_{FE} value.
   (अ) किसी 2–निवेष वाले DTL NAND गेट का परिपथ चित्र खींचिये। बेस प्रतिरोध की R_b की आवश्यकता की विवेचना कीजिये। इसका मान कैसे चुनेंगे ?
   (ब) किसी DTL NAND गेट के लिये दिखाइये कि मध्यम स्तर के संतृप्त निर्गत ट्रान्ज़िस्टर के लिये,फैन आउट इसके h_{FE} मान के अनुक्रमानुपाती होती हैं
7. (a) Draw the circuit diagram of a 3-input TTL NAND gate.
   (b) Explain the function of the active pull up.
   (c) Show that the fanout of the gate is directly proportional to the maximum permissible value of the output transistor.
   (अ) 3 निवेष वाले TTL NAND गेट का परिपथ चित्र खींचिये।
   (ब) एक्टिव पुल अप का कार्य समझाइये।
   (स) दिखाइये कि गेट का फैन आउट निर्गत ट्रान्ज़िस्टर के σ के अधिकतम अनुमतित मान के अनुक्रमानुपाती होता है।
8. (a) List the different steps involved in the fabrication of an Integrated Circuit.
   (b) How will you fabricate an NPN transistor ?
   (अ) इन्टीग्रेटेड परिपथ के निर्माण में आने वाले विभिन्न चरणों को सूचीबद्ध कीजिये।
   (ब) आप एक NPN ट्रान्ज़िस्टर का निर्माण कैसे करेंगे ?
9. (a) Why is a photodiode operated in the reverse bias only, while an LEd is operated in the forward bias only ?
   (b) Find if the light of wavelength 600 nm incident on a sillicon diode will produce a photocurent or not ?
   ($h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js, $c = 3 \times 10^8$ m/s, $\Delta Eg = 1.1$ eV)
   (c) Explain why is the photocurrent in a phototransistor larger than that in a Photodiode.
   (अ) फोटोडायोड को केवल विपरीत बायस में प्रयोग करते हैं जबकि LED को केवल अग्र बायस में प्रयोग करते है, ऐसा क्यों ?
   (ब) पता कीजिये कि सिलिकॉन डायोड पर तरंगदैर्ध्य के प्रकाश के आपतित होने से प्रकाश धारा उत्पन्न होगी या नहीं ?
   ($h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js, $c = 3 \times 10^8$ m/s, $\Delta Eg = 1.1$ eV)
   (स) समझाइये कि फोटोट्रान्ज़िस्टर में प्रकाश धारा फोटोडायोड की अपेक्षा अधिक क्यों होती है।

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2014

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **Question No. 1,** which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer any other **five** questions, each of which carries 7 marks.

1. Find the reflection coefficient for electromagnetic wave of frequency 1GHz incident normally on a sheet of iron for which $\sigma = 3 \times 10^6$ s/m and $\mu = 1000\,\mu_0$, where $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ h/m.

   1GHz आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिए परावर्तन गुणांक निकालिए जो लोहे की चद्दर पर लम्बवत् पड़ती है जिसके लिए $\sigma = 3 \times 10^6$ s/m और $\mu = 1000\,\mu_0$, $\mu = 1000\,\mu_0$ जहाँ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ h/m.

   OR/अथवा

   A 6cm long optical cavity produces a laser beam of wavelength 1.2 μm. Find the mode separation in $\overset{0}{A}$.

   एक 6cm लम्बा प्रकाशिक कोटर 1.2 μm तरंगदैर्ध्य के लेसर किरण उत्पन्न करता है। विधा पार्थक्य को में $\overset{0}{A}$ में ज्ञात कीजिए।

2. (a) Find solution of Laplace's equation in Cartesian coordinates.

   कार्टेजियन निर्देशांक में लाप्लास समीकरण का हल निकालिए।

   (b) Two parallel planes of infinite extent in the x and y directions are separated by a distance of 1m in the z direction have a potential difference of 100V between them. Find the potential and electric field in the region between the planes.

   x तथा y दिशाओं में अनन्त तक सीमित एवं z दिशा में 1 m दूरी से पृथक्कृत दो समान्तर तलों के बीच विभवान्तर 100 V है। तलों के बीच क्षेत्र में विभव तथा वैद्युत–क्षेत्र निकालिए।

3. (a) Obtain multipole expansion of potential due to a charge distribution at a distant point.

   एक आवेश वितरण के विभव का किसी सुदूर बिन्दु पर बहुध्रुव विस्तार प्राप्त कीजिए।

   (b) Explain Poynting's theorem.

   प्वायण्टिंग प्रमेय समझाइए।

4. (a) Discuss plane wave solution of Maxwell's equ tions in a dielectric. How will it change in case of a plasma ?
डाई इलेक्ट्रिक में मैक्सवेल के समीकरणों के समतल तरंग हल की विवेचना कीजिए। प्लाज्मा के मामलों में यह कैसे बदल जायेगा ?

(b) Find the skin depth at a frequency of 10 MHz.in aluminium where and $\sigma = 40 \text{MU/m}$ and $\mu_r = 1$
10 MHz की आवृत्ति पर ऐलुमिनियम में त्वचा गहराई ज्ञात कीजिए जबकि $\sigma = 40 \text{MU/m}$ तथा $\mu_r = 1$

5. Find Fresnel formulae for electromagnetic waves polarized parallel to the plane of incidence and discuss transmitted fields and energy flow for the case of total internal reflection.
आपतन समतल में ध्रुवित विद्युत–चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेनेल सूत्र प्राप्त कीजिये तथा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की स्थिति में पारगत क्षेत्रों एवं ऊर्जा प्रवाह की विवेचना कीजिए।

6. (a) Obtain an expression for the relative contribution of stimulated and spontaneous emission in thermal equilibrium.
तापीय संतुलन में स्वतः और उद्दीप्त उत्सर्जन के सापेक्ष योगदान के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(b) Discuss characteristics of laser light.
लेसर प्रकाश के लक्षणों की विवेचना कीजिए।

7. (a) Explain the working of LG plate and give its resolving power.
LG पट्टिका की कार्य प्रणाली समझाइए तथा इसकी विभेदन–क्षमता दीजिए।

(b) Describe prism spectrography for UV region.
(b) अवरक्त क्षेत्र के लिए प्रिज्म स्पेक्ट्रोग्राफ का वर्णन कीजिए।

8. (a) Describe the recording and reconstrution of optical holograms.
प्रकाशित होलोग्राम के अभिलेख और पुनर्निर्माण का वर्णन कीजिए।

(b) Discuss white-light reflection hologram.
श्वेत–प्रकाश परावर्तन होलोग्राम की विवेचना कीजिए।

9. Write short notes on any two of the following :

(i) Maxwell's stress tensor
मैक्सवेल प्रतिबल टेंसर

(ii) Grating spcetrograph
ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ

(a) Elementary theory of dispersion
विक्षेपण का प्रारम्भिक सिद्धान्त

(i) Thick hologram
मोटा होलोग्राम

B.Sc. (Part-III) Examination, 2015

Three-year Degree Course

PHYSICS (FIRST PAPER)

(Quantum Mechanics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question **No.1** which is **compulsory** and any other **five** questions. Question **No.1** carries 2 marks and rest other carry 7 marks each.
प्रश्न संख्या एक अनिवार्य है, तथा इसके अलावा 5 अन्य प्रश्न का उत्तर दीजिए।
प्रश्न संख्या 1,2 अंक का है और शेष अन्य में से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. Define orthogonality and orthonormality for wave functions. 2
तरंग फलनों के लिए 'आर्थोगनैलिटी' और 'आर्थोनारमैलिटी' को परिभाषित कीजिए।

2. A beam of particles of mass m and energy E is incident on a step potential barries of height-V from the left. Caculate the refelection and the transmission coefficients for E< V and E >V . Explain what is mean by quantum tunneling ?
m संहति और E ऊर्जा के कणों का एक पुंज एक विषम विभव रोधक पर, जिसकी ऊँचाई V है, बाँई और से आपातित होता है। E< V और E >Vके लिए परावर्तन और पारगमन गुणांक ज्ञात कीजिए। क्वान्टम टनेलिंग के क्या तात्पर्यहैं ?

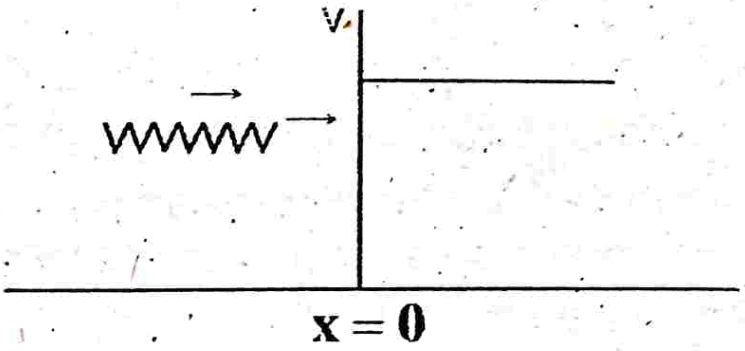


Fig.

3. (a) Show that (दर्शाइए कि)

(i) $\hat{\sigma}_x\hat{\sigma}_y = -\hat{\sigma}_y\hat{\sigma}_x = i\hat{\sigma}_z$

(ii) $\hat{\sigma}_x\hat{\sigma}_y\hat{\sigma}_z = I$

(b) Obtair the forms of Pauli spin matrices in a representation in which $\hat{\sigma}_z$ is diagonal. Obtain the eigenvalues and eigenvectors of $\hat{\sigma}_x$ and $\hat{\sigma}_y$.
ऐसे निरुपण में जिसमें $\hat{\sigma}_z$ विकर्ण है। पॉली स्पिन आव्यूहों का रूप ज्ञात कीजिए। $\hat{\sigma}_x$ और $\hat{\sigma}_y$ के आइजेनमान और आइजेन फलन ज्ञात कीजिए।

4. (a) Show that no two of the three components of the angular momentum operator $\hat{L}$ commute with each other, but all of them commute with $\hat{L}^2$.
दर्शाइये कि कोणीय संवेग प्रेक्षक $\hat{L}$ के तीन घटकों में से कोई भी दो आपस में कम्यूट नहीं करते लेकिन वह सब $\hat{L}^2$ से कम्यूट करते हैं।

(b) Show that (दर्शाइए कि)

$$[x, \hat{p}_x] = i\hbar$$

5. (a) Write the Schrödinger equation for a particle of mass μ in a central potential field and use separation of variable technique to separation of variable technique to separate the radial and the angular parts.
μ संहति के एक कण के लिए केन्द्रीय विभव क्षेत्र में श्रोयडिंगर समीकरण लिखिए और तकनीक द्वारा अरीय और कोणीय घटों को अलग कीजिए।

(b) The radial wave function for the ground state of hydrogen atom is given as
हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था के लिए तरंगफलन निम्न है :

$$\psi(r) = \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-r/a_0}$$

Sketch the wavefunction and the probability distribution function and calculate the mean value of r in the ground state.
तरंग फलन और सम्भावना घनत्व को आलेखित कीजिए और तलीय अवस्था के लिए r का औसत मान ज्ञात कीजिए।

6. What is exchange degeneracy ? Explain how symmetrization of the wave function can remove this degeneracy by the taking example of helium atom.
विनिमय अपकर्ष क्या है ? हीलियम परमाणु का उदाहरण लेकर समझाइये कि तरंग फलनों की सममिति से यह अपकर्ष किस तरह हटाया जा सकता है ?

7. State and prove Ehrenfest's theorem.
एहरेनफेस्ट प्रमेय को लिखिए और सिद्ध कीजिए।

8. (a) Determine the expressions for the first order correction to energy and eigenvectors of a nondegenerate system by perturbation method.
किसी अ–अपकर्षित संकाय के लिए क्षोभ विधि के द्वारा ऊर्जा और आइजेनफलनों में प्रथम कोटि का संशोधन ज्ञात कीजिए।

(b) Calculate the first order correction in the energy of a one dimensional harmonic oscillator perturbed by $V' = \lambda x$
किसी एक विमितीय आवर्ती दोलक की ऊर्जा में, जिसे $V' = \lambda x$ विभव द्वारा क्षोभित किया गया है, के प्रथम कोटि का संशोधन ज्ञात कीजिए।

9. (a) Show that the wave function for a one-dimensional harmonic oscillator have definite parity.
दर्शाइये कि एक विमितीय आवर्ती दोलन के तरंगफलनों की पैरिटी निश्चित होती है।

(b) The wave function for a one-dimensional harmonic oscillator is given by.
एकविमितीय आवर्ती दोलन का तरंगफलन निम्न है–

$$\psi_n(x) = N_n e^{-\alpha x^2} H_n(x)$$

Sketch the wave function and the probability densities for the n=0, 1 and 2 states. How is the quantum oscillator different than the classical oscillator ?
n=0, 1 और 2 अवस्थाओं के लिए तरंग फलन और सम्भावना घनत्व को आलेखित कीजिए। क्वाण्टम दोलत्र एक क्लासिकल दोलत्र से किस तरह भिन्न है ?

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{\partial^n}{\partial x^n} e^{-x^2}$$

PHYSICS (SECOND PAPER)-2015

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Attempt question **no. 1** which is **compulsory** and any others 5 questions.
Question **No.1** carries 7 marks and other are of 6 marks each.

1. (a) Explain the terms: phase space, ensemble and ensemble average. 3
इन पदों की व्याख्या कीजिये : प्रावस्था आकाश, समुच्चय तथा समुच्चय माध्य।

(b) Define and discuss the bravais lattices for a cubic system of axes. 4
अक्षों के घनीय निकाय के लिए ब्रेवे जालकों की परिभाषा तथा व्याख्या दीजिए।

2. (a) Using the method of microcanonical ensemble, deduce and expression for the entropy of an ideal monatomic gas.
सूक्ष्म विहित समुच्चय विधि द्वारा किसी आदर्श एक परमाणु गैस की एण्ट्रॉपी के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये। 3

(b) What is Gibb's paradox ? How is it resolved ? 3
गिब्स का विरोधाभास क्या है ? इसका समाधान किस प्रकार किया जाता है?

3. (a) What are the postulates of quantum statistics ? 3
क्वान्टम सांख्यिकी के अभिगृहीत क्या है ?

(b) State with reason, which statistics is obeyed by the following ? 3
कारण सहित बताइये कि निम्नलिखित किस सांख्यिकी का पालन करते हैं ?

(i) Electrons in a metal
किसी धातु में इलेक्ट्रान

(ii) Oxygen gas molecules
आक्सीजन गैस अणु

(iii) Photons
फोटॉन

4. Write notes on any two of the following : 3+3
निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर टिप्पिणयाँ लिखिये :

(a) Liouville theorem
ल्यूवेल प्रमेय

(b) Canonical ensemble
विहित समुच्चय

(c) Electronic specific heat
इलेक्ट्रॉनिक विशिष्ट ऊष्मा

(d) Partition function and its importance
संवितरण फलन एवं उसका महत्व

5. (a) What are Miller indices ? Draw the planes (111),(110) and (010) for a unit cube.

मिलर सूचकांक क्या होते हैं ? किसी एकांक घन के लिये (111),(110) एवं (010) तल खींचिये।

(b) What is a reciprocal lattice ? Prove that the reciprocal of a reciprocal lattice is the direct lattice. 3

व्युत्क्रम जालक क्या होता है ? सिद्ध कीजिए कि व्युत्क्रम जालक का व्युत्क्रम एक प्रत्यक्ष जालक होता है। 3

6. (a) What is Van der Waals -London interaction ? 2

वान डर वाल–लन्डन अन्योन्य क्रिया क्या होती है ?

(b) What is Madelung energy ? Derive an expression for binding energy of an ionic crystal in terms of Madelung energy. 4

मेडलंग ऊर्जा क्या है ? मेडलंग ऊर्जा के पदों में एक आयनिक क्रिस्टल की बंधन ऊर्जा के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिये।

7. Write notes on any **two** of the following : 3+3

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखिए।

(a) Vibrations of a monatomic linear chain

एक परमाणुक रेखिक श्रृंखला के कम्पन

(b) Pauli paramagnetism.

पाउली अनुचुम्बकत्व

(c) Hall effect.

हाल प्रभाव

(d) Debye model of lattice specific heat.

जालक विशिष्ट ऊष्मा का डिबाई मॉडल।

8. (a) Use the relation for grand partition function and grand potential 3

महाविभाजन फलन तथा महा विभव के संबंध

$$z = e^{-\Omega/\tau}$$

to derive the F.D distribution. Under what conditions wll the F.D distribution reduce to the classical M.B distribution ?

का उपयोग करके F.D वितरण प्राप्त कीजिये। किन प्रतिबंधों से F.D वितरण M.B में लघुकृत होता है।

(b) Find the number of states for photons with momenta between p and p + dp. Obtain the Planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distribution directly. 3
p व p + dp के मध्य संवेग वाले फोटानों के लिए अवस्थाओं की संख्या प्राप्त कीजिये। फोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह वितरण BE के वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।

9. (a) Obtain Laue's equation for X-ray diffraction by crystals. Show that these are constent with Bragg's law . 3
क्रिस्टलों में X-किरण के लिये लावे समीकरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह ब्रैग नियम के अनुरूप है।

(b) Prove that the motion of electrons through the periodic potential in solids give rise to the band structure . What are Bloch functions ? 3
यह सिद्ध कीजिये कि ठोसों में आवर्ती विभव में इलेक्ट्रानों की गति के कारण बैंडों की रचना होती है। ब्लाक फलन क्या है ?

PHYSICS (THIRD PAPER)-2015

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **six** questions in all, including Question **No. 1**, which is **compulsory** and carries 3 marks. **All** other questions carry seven marks each.

1. Answer any **two** of the following :

(a) Design Ex-OR Circuit using NOR and NAND gates.

(b) Simplify the following Boolean expression

$A\bar{B}C + \bar{A}\bar{C}D + \bar{C}A$

(c) Diode D_1 has $I_\theta = I_{\theta 1}$ while diode D_2 has $I_\theta = I_{\theta 2}$. Show that when the diodes carry equal currents, the voltages across them are different by amount $V_1 - V_2 = V_T \ell n\,(I_{\theta 2}/I_{\theta 1})$.

निम्न में से किन्हीं दो का उत्तर दीजिए :

(अ) NOR एवं NAND गेटों का प्रयोग करते हुए Ex -OR परिपथ बनाइए।

(ब) निम्न बूलियन व्यंजक को सरल कीजिए।

$A\bar{B}C + \bar{A}\bar{C}D + \bar{C}A$

(स) डायोड D_1 में $I_\theta = I_{\theta 1}$ जबकि डायोड D_2 में $I_\theta = I_{\theta 2}$ दिखाइए जब डायोड में समान धारायें बहते हैं, उनकी वोल्टतायें $V_1 - V_2 = V_T\, I_{\theta 2} / I_{\theta 1}$ मात्रा से भिन्न होंगी

2. (a) Draw two biasing circuits for a depletion type MOSFET. Under what conditions each of these two arrangements should be used ?
डिप्लीशन प्रकार MOSFET के लिए दो बायसिंग परिपथ बनाइए। किन स्थितियों में ये दोनों प्रबन्ध प्रयुक्त होने चाहिए ?

(b) A MOSFET has a drain -circuit resistance R_d of 100kΩ and operates at 20kHz.

Calculate the voltage gain of this device as a single stage, given : g_m= 1.6 m A/V, r_d=44kΩ, Cgs = 3.0PF, C_{ds} = 1.0 pF and C_{gd}=2.8pF.
एक MOSFET का ड्रेन–परिपथ प्रतिरोध R_d of 100kΩ है और यह 20kHz पर कार्य करता है। इस युक्ति की वोल्टता गेन की गंणना कीजिए, दिया है: g_m= 1.6 m A/V, r_d=44kΩ, Cgs = 3.0PF, C_{ds} = 1.0 pF और C_{gd}=2.8pF.

3.(a) Draw the circuit of a CMOS inverter and explain its working .

(b) In an RTL gate circuit, R_b = 1.5kΩ, R_c = 3.6 kΩ, Vcc=3v, T_1 and T_2 are identical and h_{FE} = 50, while h_{FC}=0.1 T_2 is OFF and I_{B1} is adjusted to saturate T_1 with VCE = 0.2V. Find the value of I_{B1}.

(अ) CMOS इन्वर्टर का परिपथ खींचिए तथा इसकी कार्य प्रणाली समझाइए।

(ब) एक RTL गेट परिपथ में R_b = 1.5kΩ, R_c = 3.6 kΩ,और Vcc = 3V, hFE=50, FC = 0.1 के साथ T_1 व T_2 एक जैसे हैं। T_2 OFF है और V_{CE}=0.2V के साथ T_1 को सैचुरेट करने के लिए I_{B1} को समायोजित किया जाता है। I_{B1} का मान निकालिए।

4. (a) Draw the circuit of a 2 input DTL NAND gate and calculate its input-output characteristic curve. Discuss the functions of diodes D_1 and D_2.
एक 2 निवेष वाले DTL NAND गेट का परिपथ खींचिए तथा इसके आगत–निर्गत लाक्षणिक वक्र को प्राप्त कीजिए। डायोडों D_1 व D_2 के कार्यों की विवेचना कीजिए।

(b) Find out FAN out of this gate given : $R = 2k\Omega$ $R_C = 2k\Omega$, $R_b = 20$ $k\Omega$, $V_{cc} = +5V$, $V_{BB} = -2V$, $V_{CE(sat)} = 0.2V$, $h_{FE} = 200$, $V_{BE(on)} = 0.7V$ and for diodes $V_{on} = 0.65V$.

इस गेट का FAN आउट निकालिए. दिया है :

$R = 2k\Omega$ $R_C = 2k\Omega$, $R_b = 20\ k\Omega$, $V_{cc} = +5V$, $V_{BB} = -2V$, $V_{CE(sat)} = 0.2V$, $h_{FE} = 200$, $V_{BE(on)} = 0.7V$ और डायोडों के लिए $V_{on} = 0.65V$.

5. (a) Describe epitaxial growth for fabrication of an IC. Explain how isolation between components is obtained in it ?

(b) Define sheet resistance R_s. Draw the equivalent circuit of a base diffused resistor showing all parasitic elements. How is the effect of the parasitic elements minimized ?

(अ) IC के निर्माण के लिए एपीटैक्सियल ग्रोथ का वर्णन कीजिए। समझाइए कि विभिन्न भागों के बीच आइसोलेशन किस प्रकार प्राप्त किया जाता है ?

(ब) शीट प्रतिरोध Rs. की परिभाषा दीजिए। सभी पैरासिटिक तत्वों के साथ बेस–डिफ्यूज्ड प्रतिरोध का तुल्य परिपथ खींचिए । पैरासिटिक तत्वों का प्रभाव किस प्रकार कम किया जाता है ?

6. (a) Simplify the following functions using karnaugh map :

निम्न फलनों को कार्नो मैप की सहायता से सरल बनाइए :

(i) $f = \Sigma m\,(0,1,2,4)$

(ii) $f = \pi M\,(3, 5, 6, 7)$

(b) What is the importance of the Totempole Configuration in the TTL NAND gate circuit ?

TTL NAND गेट परिपथ में टोटम–पोल कनफिगरेशन का क्या महत्व होता है ?

7. Draw the circuit of a photo transistor. Write the expression for the collector current in its active region and draw the output characteristics. Compare its performance with a photo diode.

फोटो ट्रान्जिस्टर का परिपथ खींचिए। ऐक्टिव क्षेत्र में इसके लिए कलेक्टर धारा का व्यंजक लिखिए तथा निर्गत लाक्षणिक खींचिए। इसके प्रदर्शन की तुलना फोटो डायोड से कीजिए।

8.(a) Draw the logic circuit of a one bit digital comparator and explain its working .

एक बिट डिजिटल कम्परेटर का लॉजिक परिपथ बनाइए तथा इसकी कार्य प्रणाली समझाइए।

(b) Draw the circuit for a serial binary full adder. explain its opration giving the truth table

एक सीरियल बाइनरी फुल एडर का परिपथ बनाइए। सत्यता सारणी देते हुए इसकी क्रिया समझाइए।

9. Write short notes on any two of the following :

(a) Ebers-Moll equations

(b) Schottky diode

(c) Noise margin.

निम्न में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(अ) ऐबर–मोल समीकरण

(ख) शॉटकी डायोड

(ग) न्वायज मार्जिन

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2015

(Electromagnetic Theory,Laser, Holography and Optical Instruments)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **Question No. 1,** which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer any other **five** questions, each of which carries 7 marks.

प्रश्न संख्या एक का उत्तर दीजिए जो अनिवार्य है तथा तीन अंकों का है। इसके अतिरिक्त किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए जिनमें से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. (a) The intensity ratio of the two interfering beams of light is α , Estimate the value of visibility.

व्यतिकरण करती प्रकधश की दो किरणों की तीव्रताओं का अनुपात α है तो उनकी दृश्यता का मान का आकलन कीजिए।

(b) A laser beam operates at a frequency of 3×10^{14} Hz and has an apertur of 10^{-2}m. Find the value of angular spread. 2

एक लेसर बीम जिसकी आवृत्ति हर्ट्ज तथा द्वारक 10^{-2} मी० है, इसके कोणीय फैलाव का मान ज्ञात कीजिए।

OR/अथवा

(a) Distinguish between spectroscope, spectrograph, spectrometer and spectrophotometer. 2

स्पेक्ट्रोस्कोप, स्पेक्ट्रोग्राफ, स्पेक्ट्रोमीटर और स्पेक्ट्रोफोटोमीटर में विभेद कीजिए।

(b) What do you understand by coherence length. A He-Ne laser has $\Delta v = 1.5$GHz. Find its Coherence length. 1

"कोहरेन्स लेन्थ" से क्या समझते हैं। एक He-Ne लेसर की $\Delta v = 1.5$GHz. है, इसकी कोहरेन्स लेन्थ प्राप्त कीजिए।

2. (a) Narrate the Einstein's theory for stimulated emission and find Einstein,s relations.

उद्दीप्त उत्सर्जन के लिए आइन्सटीन सिद्धान्त की व्याख्या कीजिए तथा आइन्स्टीन संबंधों को प्राप्त कीजिए।

(b) The wavelength of emission of laser is 6000 $\overset{o}{A}$ and the coefficient of spontaneous emission is 10^6/s. Determine the coefficient for the stimulated emission.

एक लेसर स्त्रोत की तरंगदैर्ध्य 6000 $\overset{o}{A}$ तथा स्वतः उत्सर्जन गुणांक 10^6/से० है। उद्दीप्त उत्सर्जन के लिए गुणांक का मान निकालिए।

3. (a) How does the sharpness of fringes made by a Fabri-Perot etalon depend on the reflectivity of the glass or quartz plates? Derive an expression for Airy formula, and visibility of the fringes in transmitted beams of light.

एक फेब्री–पेराट इतलान में प्राप्त फ्रिन्जों की तीव्रता किस प्रकार ग्लास अथवा क्वार्ट्ज प्लेटों की परावर्तिता पर निर्भर करती है। प्रकाश का परागमित किरणों के लिए ऐरी फारमूला तथा दृश्यता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

4. What is holography ? How is it different from ordinary photography ? Discuss basic principle of optical holography? Discuss basic principle of optical holography. How will you record and reconstruct a hologram? Discuss its advantages over conventional photography.

होलोग्राफी क्या है ? कैसे यह सामान्य फोटोग्राफी से भिन्न है ? प्रकाशिक होलोग्राफी के मूल सिद्धान्त की विवेचना कीजिए। आप किसी होलोग्राम का निर्माण तथा पुनर्निर्माण कैसे करेंगे ? साधारण फोटोग्राफी की तुलना में होलोग्राफी के लाभों की विवेचना कीजिए।

5. Write down the Laplace's equation in rectangular cartesian and spherical polar coordinates. Find the solution for the equation in polar cordinates of the potential is independent of ϕ.

आयताकार कार्तीय तथा गोलीय ध्रुवी नियामकों में लाप्लास समीकरण लिखिए। ध्रुवी नियामकों में इस समीकरण का हल निकालिए यदि विभव ϕ पर निर्भर न करता हो।

6. (a) State and prove Poynting's theorem and discuss its physical meaning.

प्वाइंटिंग के सिद्धान्त का उल्लेख एवं सिद्ध कीजिए। इसके भौतिक अर्थों की विवेचना कीजिए।

(b) Write a short note on elementary theory of dispersion.

वर्ण विक्षेपण के प्रारम्भिक सिद्धान्त पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

7. Write down the wave equation for the electromagnetic wave propagating in a good conductor and derive and expression for the skin depth in the conductor.

किसी अच्छे चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगों के लिए तरंग समीकरण लिखिए तथा चालक में त्वचा गहराई के लिए व्यंजक का निगमन कीजिए।

8. Write short notes on any two of the following :

(a) Methods of population inversion.

जनसंख्या प्रतिलोम के तरीके

(b) Prism and Grating spectrograph for IR region.

अवरक्त विकरण क्षेत्र के लिए प्रिज्म और ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ

(c) Maxwell stress tensor.

मैक्सवेल प्रतिबल टेन्सर

(d) Boundry condition for $\vec{E}$ and $\vec{H}$.

$\vec{E}$ और $\vec{H}$ की परिसीमा–प्रतिबन्ध

9. Obtain Fresnel formulae for electromagnetic waves polarized in the plane of incidence and discuss transmitted fields for the case of total internal reflection.

आपतन समतल में ध्रुवित विद्युत–चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेनेल सूत्र प्राप्त कीजिए तथा पूर्ण आंतरिक परावर्तन की स्थिति में पारगत क्षेत्रों की विवेचना कीजिए।

B.Sc. (Part-III) Examination, 2016
PHYSICS
First Paper

Time : 3.00 Hours] [M.M. 37

Note : Answer Q. No. 1 which is compulsory and any other five questions. Q. No. 1 carries 2 marks and other remaining are of 7 marks each. Symbols carry usual meanings.

1. $\psi(x)$ and $\psi(-x)$ are two degenerate (with same energy E) eigensolutions of the Schrodinger equation having symmetric potential energy function $V(x) = V(-x)$. Obtain the two different linear combinations of $\psi(x)$ and $\psi(-x)$ which become symmetric and anti symmetric functions of x. 02

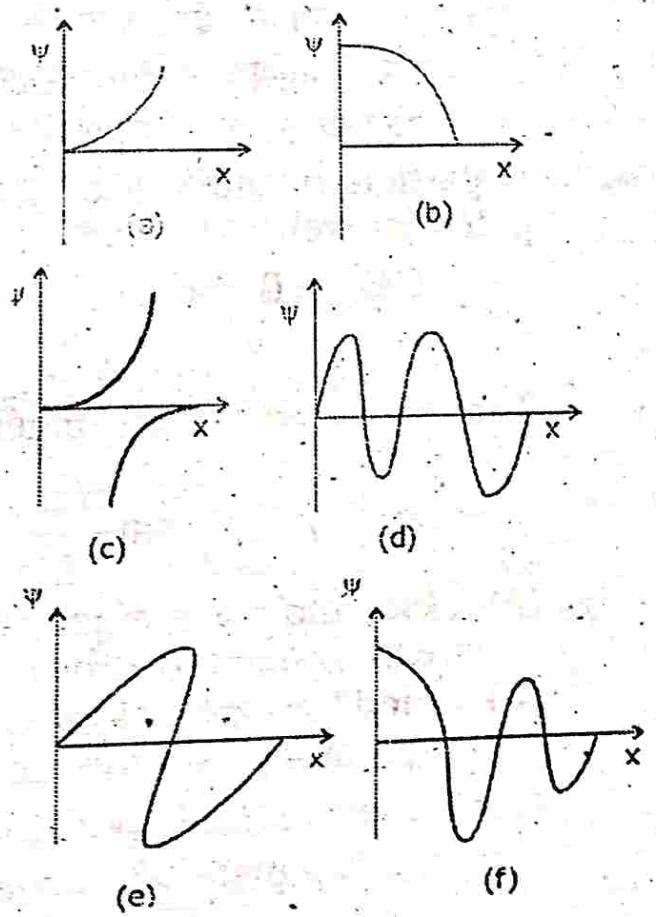
समित स्थितिज ऊर्जा फलन $V(x) = V(-x)$ वाले श्रोडिंगर सीमकरण के दो दिये गये अपभ्रष्ट (समान ऊर्जा E के लिये) आइगेन फलन $\psi(x)$ तथा $\psi(-x)$ हैं। $\psi(x)$ तथा $\psi(-x)$ के दो भिन्न रेखीय योग वाले फलनों को प्राप्त कीजिये जो x के समसममिति तथा विषम सममिति वाले फलन हों।

2. (a) Write the Born interpretation of the wave function. 2½

तरंग फलन की बोर्न विवेचना लिखिए।

(b) Which of the following wave functions $\psi(x)$ are acceptable and un-acceptable and why? Explain.

निम्न तरंग फलनों $\psi(x)$ में कौन से स्वीकार्य और अस्वीकार्य है और क्यों? व्याख्या कीजिए।



3. (a) Explain the terms eigenvalue equation, eigenvalue and eigenfunction with a suitable example. 02

(b) Obtain the condition such that $\phi(x) = Ae^{-ax}$ becomes an eigenfunction of the operator $\hat{O} = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{2}{x}\frac{d}{dx} + \frac{2b}{x}$

Determine the corresponding eigen-value. 2

(c) Write the time dependent Schrodinger equation for a single particle of mass m moving in a time independent potential $v(x, y, z)$ and separate t. Show that separation constant is the energy.

(अ) उचित उदाहरण लेकर आइजेनमान समीकरण, आईजेनमान और आईजेन फलन पदों को समझाइए। 02

(ब) दिये गये आपरेटर $\hat{O} = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{2}{x}\frac{d}{dx} + \frac{2b}{x}$ के लिये किस स्थिति में फ्रलन $\phi(x) = Ae^{-ax}$ आइगेनफलन हो जायेगा। गणना द्वारा प्राप्त कीजिये। उस आइगेनमान की भी गणना कीजिये। 03

(स) m संहति के एक कण के लिए समय निरपेक्ष विभव $v(x, y, z)$ में समय आश्रित श्रोडिंगर समीकरण लिखिए और इसको अलग कीजिए। दर्शाइये कि पृथक्करण स्थिरांक ऊर्जा हैं। 3

4. A particle of mass m is confined in one dimensional infinite potential well.

$V(x) = 0$ for $0 \le x \le L$

$V(x) = \infty$ otherwise

The normalized energy eigen functions are given by

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

(a) Plot the three eigen functions and probability densities with respect to x for $n = 1, 2$ and 3. 03

(b) Find the expectation value of the square of the momentum operator p^2 for the nth energy eigen function. 02

(c) A normalized wavefunction $\phi(x)$ is written in terms of the complete set of energy eigen functions as

$$\phi(x) = \sum_{m=1,2,---} C_m \psi_m(x)$$

C_m are complex coefficients. Show that

$$\sum_n |C_n|^2 = 1$$

m द्रव्यमान का एक कण एक विमीय अनन्त विभव कूप $V(x) = 0$ जब $0 \le x \le L$ तथा $V(x) = \infty$ अन्यत्र, में आबद्ध है। नार्मलीकृत ऊर्जा आइगेनफलन निम्न हैं। $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$

(अ) x के सापेक्ष $n = 1, 2, 3$ के लिये तीन आइगेन फलनों और प्रायिकता घनत्वों का आरेख खींचिये। 03

(ब) संवेग आपरेटर के वर्ग p^2 का अनुमानित औसत मान nवीं ऊर्जा आइगेनफलन के सापेक्ष ज्ञात कीजिये। 02

(स) एक नार्मलीकृत आइगेनफलन $\phi(x)$ ऊर्जा आइगेन फलनों के पूर्ण सेट के अध्यारोपण के प्रयोग द्वारा निम्नवत लिखा जाता है। 2

$$\phi(x) = \sum_{m=1,2,---} C_m \psi_m(x)$$

जहाँ C_m समिश्र संख्यायें हैं। दर्शाइये कि $\sum_n |C_n|^2 = 1$

5. The n^{th} energy eigenstate of one dimensional Harmonic Oscillator is written as

एक विमीय आवर्ती दोलक का nवाँ ऊर्जा आइगेन फलन निम्नवत् है।

$$\psi_n(x) = N_n H_n(y) e^{-(y^2/2)}$$

Where जहाँ

$$y = \left(\sqrt{\frac{mw}{\hbar}}\right) x \text{ and } \int_{-\infty}^{\infty} y^{2n} e^{-y^2} dy = \left|\left(n + \frac{1}{2}\right)\right.$$

$$= \frac{1.3.5....(2n-1)\sqrt{\pi}}{2^n}$$

(a) Use the properties of Hermite Polynomials and find the value of Normalization constant N_n. 02

हर्माईट बहुपदों के गुण का उपयोग कर नार्मलाइजेशन स्थिरांक N_n का मान ज्ञात कीजिये। 2

(b) Find the expectation value of the potential energy in the ground state of the Harmonic Oscillator.
आवर्ती दोलक की तलीय अवस्था के लिये स्थितिज ऊर्जा के अनुमानित औसत मान की गणना कीजिये। 2

(c) The quantum state of the harmonic oscillator is given by the wave-function
आवर्ती दोलक की क्वांटम अवस्था निम्न तरंग फलन द्वारा दर्शायी गयी है। $\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{3}}\psi_0(x) + \sqrt{\frac{2}{3}}i\psi_2(x)$

What is the probability of finding the harmonic oscillator in the ground state ($n = 0$) and in the second excited state ($n = 2$). Calculate the expectation value of the energy of the oscillator.
आवर्ती दोलक को तलीय अवस्था ($n = 0$) और द्वितीय उत्तेजित अवस्था ($n = 2$) में पाये जाने की प्रायिकता क्या है? दोलक की संपूर्ण ऊर्जा के अनुमानित औसत मान की गणना कीजिये।

6. (a) Show that :

(i) $L^2 = \frac{1}{2}(L_+L_- + L_-L_+) + L_Z^2$

Where L_+ and L_- are raising and lowering angular momentum operators. 2½

(ii) $[L_z, p_y] = -i\hbar p_x$ 02

$[L_z, r^2] = 0$

(b) Prove that :

$\sigma_+\sigma_- + \sigma_-\sigma_+ = 4I$

where $\sigma_+ = \sigma_x + i\sigma_y$ and $\sigma_- = \sigma_x - i\sigma_y$ I is the two dimensional identity matrix.

(अ) दर्शाइये कि

(i) $L^2 = \frac{1}{2}(L_+L_- + L_-L_+) + L_Z^2$

जहाँ L_+ और L_- उत्थान और पतन कोणीय संवेग आपरेटर है।

(ii) $[L_z, p_y] = -i\hbar p_x$ तथा $[L_z, r^2] = 0$

(ब) सिद्ध कीजिये : $\sigma_+\sigma_- + \sigma_-\sigma_+ = 4I$ 2½

जहाँ $\sigma_+ = \sigma_x + i\sigma_y$ तथा $\sigma_- = \sigma_x - i\sigma_y$

I द्विविमीय आइडेंटिटी आव्यूह है।

7. (a) (i) Find the degeneracy for the energy level n when the wave function of the electron in hydrogen atom is $\psi_{n,l,m}$.

(ii) Find the eigenvalues of L^2 and L_z when the angular part of the wave function for the hydrogen atom electron is $Y_{2,-1}$.

(b) State Paule's exclusion principle and explain it with the help of wave function of two electrons. 02

(c) Calculate the mean value of $\left(\frac{1}{r}\right)$ for the hydrogen atom electron in the state $\psi_{1,0,0}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} e^{-r/a_0}$ 2½

(अ) (i) ऊर्जा स्तर n के लिए अपभ्रष्टता की गणना कीजिये, जहाँ हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रान तथा तरंग फलन $\psi_{n,l,m}$ द्वारा दर्शाया जाता है। 1½

(ii) हाइड्रोजन परमाणु के इलेक्ट्रान के तरंग फलन के कोणीय भाग को $Y_{2,-1}$ द्वारा दर्शाया जाता है। L^2 तथा L_z के आइगेन मूल्यों को प्राप्त कीजिये।

(ब) पाउली अपवर्जन सिद्धान्त का वक्तव्य दीजिये तथा दो इलेक्ट्रानों के लिये लिखे गये तरंग फलन की सहायता से इस सिद्धान्त को समझाइये। 02

(स) हाइड्रोजन परमाणु का इलेक्ट्रान की अवस्था निम्न है। 2½

$$\psi_{1,0,0}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} e^{-r/a_0}$$

इसके लिये $\left(\frac{1}{r}\right)$ के औसत मान की गणना कीजिये।

8. (a) Discuss the conditions under which Perturbation theory can be used. Use time independent non-degenerate perturbation theory to find first order correction to energy and wavefunction. 04

(b) Consider a perturbation $H' = \lambda x^4$ to the harmonic oscillator problem. Calculate the first order change in the ground state energy of the oscillator. 03

(अ) उन परिस्थितियों को समझाइये जिनके तहत प्रक्षोभ सिद्धान्त का उपयोग किया जा सकता है। काल स्वतंत्र अपभ्रष्टता रहित प्रक्षोभ सिद्धान्त का उपयोग करके ऊर्जा तथा तरंग फलन का प्रथम संशोधन ज्ञात कीजिये। 04

(ब) सरल आवर्ती दोलक समस्या के लिये प्रक्षोभ पद $H' = \lambda x^4$ लेकर दोलक की तलीय ऊर्जामान में प्रथम कोटि के संशोधन की गणना कीजिये।

9. Attempt any **two** of the following :

(a) Show that a Gaussian wave-packet in position space gives another Gaussian wave-packet in momentum space. Use this relation to explain Uncertainty relation in position and momentum measurements.

(b) Discuss Lamb Shift. 3½

(c) Give the qualitative discussion of quantum mechanical tunneling through a potential barrier in the context of two different experimental phenomena.

(अ) स्थिति अन्तराकाश में परिभाषित एक गाउसियन तरंग फलन, संवेग अन्तराकाश में दूसरे तरंग फलन को जन्म देता जो कि संवेग में गाउसियन है, यह गणना द्वारा दर्शाइये। इस सम्बन्ध के उपयोग से स्थिति और संवेग मापन में अनिश्चितता सम्बन्ध को समझाइये। 3½

(ब) लैम्ब. शिफ्ट की विवेचना कीजिये। 3½

(स) दो प्रायोगिक परिघटनाओं का सन्दर्भ लेते हुये विभव अवरोध (बैरियर) की उपस्थिति में क्वांटम यांत्रिकी पारगमन की गुणात्मक विवेचना कीजिये। 3½

PHYSICS

Second Paper, 2016

(Statistical Mechanical and Solid State Physics)

Time : 3.00 Hours] [M.M. 37

Note : Attempt question No. 1 which is compulsory and carries 7 marks and any other five questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols carry their usual meaning.

1. (a) Explain what do you understand by 'statistical ensemble' and 'statistical equilibri n. How would you construct on ensemble in equilibrium? 2+2

(b) What are Brillouin zones? How do the effective mass and velocity of the electrons vary near the Brillouin zone boundary? 3

(क) 'सांख्यिकीय समुदाय' और 'सांख्यिकीय सन्तुलन' से आप क्या समझते हैं? संतुलन में किसी समुदाय की रचना आप कैसे करेंगे?

(ख) ब्रिलूआँ ज़ोन क्या हैं? ब्रिलूआँ ज़ोन के परिसीमा के निकट इलेक्ट्रॉन का प्रभावी द्रव्यमान व वेग में किस प्रकार का परिवर्तन होता है?

2. (a) For a canonical ensemble prove the following : 1+1
केनॉनिकल एनसेम्बल के लिये, अधोलिखित को सिद्ध कीजिये :

(i) $z = e^{-F/\tau}$

(ii) $P(E_i) = \frac{1}{Z} e^{-E_i/\tau}$

(iii) $\sigma = -\sum_s p_s \log p_s$

(b) Show that the classical definition of entropy $\sigma \equiv \log \frac{\Delta\Gamma}{h^f}$ leads to the Gibb's Paradox. How can this paradox be resolved?

यह दिखाइये कि एन्ट्रॉपी की चिरसम्मत परिभाषा $\sigma \equiv \log \frac{\Delta\Gamma}{h^f}$ से गिब का विरोधाभास मिलता है। विरोधाभास का स्पष्टीकरण कैसे होता है?

3. (a) An ensemble of N three level systems with energies $\epsilon = -\epsilon_0, 0, +\epsilon_0$ is in thermal equilibrium at temperature. T. If $\beta = (k_B T)^{-1}$ and $\beta \epsilon_0 = 2$, calculate the probability of finding the system in the level $\epsilon = 0$.

(b) Calculate the Fermi energy of electron gas in copper. The density of copper at 300K = 8.96g/cm^3, and its atomic weight = 63.5 take one conduction electron per copper atom. Given $h = 6.626 \times 10^{-27}$ erg-s and $m_e = 9.1 \times 10^{-28} g$.

(c) Show that the condition electrons in metals at room temperature form a highly degenerate F.D. gas. 2

(क) तीन ऊर्जा-स्तरों, $\epsilon = -\epsilon_0, 0, +\epsilon_0$ वाले तंत्रों का एक एनसेम्बिल ऊष्मीय संतुलन में है। यदि $\beta = (k_B T)^{-1}$ तथा $\beta\epsilon_0 = 2$ तो तंत्र को $\epsilon = 0$ के ऊर्जा-स्तर में मिलने की प्रायिकता ज्ञात कीजिये।

(ख) ताँबे में इलेक्ट्रान गैस की फ़र्मी ऊर्जा का परिकलन कीजिये। ताँबे का 300k पर घनत्व 8.96 ग्रा/सेमी^{3} तथा उसका परमाणु भार 63.5 ले लीजिये। यह मान लीजिये कि ताँबे के एक परमाणु से एक चालन-इलेक्ट्रान मिलता है। दिया है, $h = 6.626 \times 10^{-27}$ erg-s & $m_e = 9.1 \times 10^{-28}\, g$.

(ग) यह दिखाइये कि कक्ष के ताप पर धातुओं के चालक इलेक्ट्रान एक अत्यन्त अपभ्रष्ट FD गैस बनाते हैं।

4. (a) Use the relation for grand partition function and grand potential $z = e^{-\Omega/\tau}$ to derive the FD distribution under what conditions will the FD distribution reduce to the classical MB distribution.

(b) Find the number of states for photons with moments between p and $p + df$. Obtain the Planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distribution directly.

(क) महा विभाजन फलन तथा महा विभव के संबंध $z = e^{-\Omega/\tau}$ का उपयोग करके FD वितरण प्राप्त कीजिये। किन प्रतिबंधों FD से वितरण MD वितरण में लघुकृत होता है।

(ख) p व p + dp के मध्य संवेग वाले फ़ोटानों के लिये अवस्थाओं की संख्या प्राप्त कीजिये। फ़ोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह वितरण BE के वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।

5. (a) State and prove the principle of equipartition of energy. Use this principle to obtain the expression for the specific heat of a solid consisting of N, three dimensional non-interacting harmonic oscillators. 2

(b) The potential energy of a diatomic molecule is given in terms of the interatomic distance r by the expression.

$$U(r) = \frac{-a}{r^m} + \frac{b}{r^n}$$

Derive an expression for the equilibrium spacing of the atoms and hence obtain the dissociation energy. 3

(क) ऊर्जा के समविभाजन के नियम का कथन दीजिये तथा उसे सिद्ध कीजिये। N त्रिविम परस्पर क्रिया न करने वाले सरल आवर्त दोलित्रों वाले किसी ठोस की विशिष्ट ऊष्मा का उच्च ताप पर व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(ख) द्विपरमाण्विक अणु की स्थितिज ऊर्जा अंतर्परमाण्विक दूरी r के पदों में व्यंजक

$$U(r) = \frac{-a}{r^m} + \frac{b}{r^n}$$

से व्यक्त है। संतुलन में अणुओं की दूरी के लिये व्यंजक तथा इस प्रकार विघटन ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त कीजिये।

6. (a) Find out reciprocal lattice vectors for a space lattice defined by the following primitive lattice vectors. 2

अधोलिखित प्रिमिटिव जालक सदिशों के लिये व्युत्क्रम जालक सदिश प्राप्त कीजिये।

$$\vec{a} = 5\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k}$$

$$\vec{b} = -5\hat{i} + 5\hat{j} + 5\hat{k}$$

$$\vec{c} = 5\hat{i} - 5\hat{j} + 5\hat{k}$$

where $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ are unit vectors along x, y, z axes.

जहाँ $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ अक्षों x, y व z की दिशाओं में मात्रक सदिश है।

(b) Prove that $\vec{\sigma}_{hkl}$ is normal to crystal plane (hk*l*).

यह सिद्ध कीजिये कि $\vec{\sigma}_{hkl}$ क्रिस्टल-समतल (hkl) पर लंब है।

(c) Prove that five-fold axis of rotation is not compatible with a lattice. 2

सिद्ध कीजिये कि किसी जालक में 5-फोल्ड घूर्णन अक्ष नहीं हो सकता।

7. Discuss the lattice vibration of a diatomic lattice chain. Explain the origin and significance of optical and acoustic phonons. Show schematically the relative displacements of atoms for acoustic and optical phonons. 6

एक द्विआणविक जालक शृंखला में जालक दोलन की विवेचना कीजिये। ध्वनिकीय तथा प्रकाशकीय फोनॉन के उद्भव तथा महत्व को समझाइये। ध्वनिकीय तथा प्रकाशकीय फोनॉन के लिये अणुओं के सापेक्षिक विस्थापन को चित्र की सहायता से दिखाइये।

8. (a) Differentiate between Debye's and Einstein's theory of lattice specific heat. Show that the low temperature specific heat of lattice varies as cube of the absolute temperature. 3

(b) Sound velocities in solids are of the order of $C = 3 \times 10^3$ *m/s* and interatomic distances are of the order of $a = 3 \times 10^{-10} m$. Assuming the Born cut off frequency equal to Debye frequency, estimate θ_D.

(क) डिबाई तथा आइन्सटाइन के जालक विशिष्ट ऊष्मा सिद्धान्तों में विभेद कीजिये। दर्शाइये कि निम्न ताप पर जालकों की विशिष्ट ऊष्मा परमताप के घन के अनुसार बदलती है। 3

(ख) ठोसों में ध्वनि वेग $C = 3 \times 10^3$ मी./से. तथा अंतर्परमाणवीय दूरिया $a = 3 \times 10^{-10}$ मी. के कोटि की है। बौर्न की अधिकतम-आवृत्ति को डिबाई आवृत्ति के बराबर मान कर θ_D का आकलन कीजिये।

9. Write short notes on any **two** of the following : 3+3=6

(a) Liouville Theorem and its consequences

(b) Thermionic emission

(c) Kronig Penney Model and band structure of solids.

(d) Bravais Lattices. Derivation of Bravais lattices for triclinic and monoclinic systems.

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—

(क) लियूविल प्रमेय व इसके परिणाम (ख) तापायनिक उत्सर्जन (ग) क्रोनिंग-पेनी मॉडल व ठोसों का स्तर-विन्यास (घ) ब्रावे जालक 1 ट्राइक्लीनिक तथा मोनोक्लीनिक निकायों के ब्रावे जालकों की व्युत्पत्ति

PHYSICS

Third Paper, 2016

(Basic Digital Electronic and Photonic Devices)

Time : 3.00 Hours] [M.M. 38

Note : Answer six questions in all, including question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry 7 marks each.

Answer any **three** of the following :

1. (a) Show the variation of the electron density over the width of the base for an NPN transistor in the
(i) active region, (ii) saturation region.

(b) Why is the Gate in a JFET heavily doped while the channel is lightly doped?

(c) Using Boolean algebra, simplify the function

$$\overline{\overline{AB} + \overline{A} + AB + \overline{B}}$$

(d) State De Morgan's theorems.

निम्नलिखित में से किन्हीं **तीन** के उत्तर दें :

(अ) किसी NPN ट्रान्ज़िस्टर के आधार की चौड़ाई पर इलेक्ट्रान घनत्व का परिवर्तन
(i) सक्रिय क्षेत्र में
(ii) संतृप्त क्षेत्र में दिखाइये।

(ब) किसी JFET के गेट में अपद्रव्य सान्द्रता अधिक लेकिन चैनल में यह कम क्यों रखी जाती है?

(स) बूलियन बीजगणित का उपयोग करके निम्नलिखित फलन को सरलीकृत कीजिये :

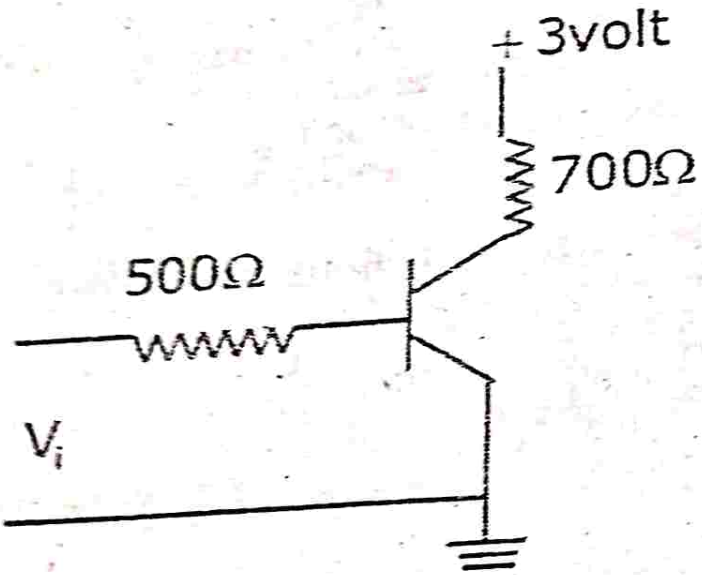
$$\overline{\overline{AB} + \overline{A} + AB + \overline{B}}$$

(द) डी मार्गन प्रमेयों का उल्लेख कीजिये।

2. (a) Explain 'storage time' and 'transition time' in a diode going from forward bias to reverse bias.
विपरीत बायस से अग्र बायस में जाने वाले डायोड में 'स्टोरेज समय' तथा 'ट्रान्जीशन समय' की व्याख्या कीजिये।

(b) Why is the CE configuration preferred over the CB configuration for a BJT switch?
BJT स्विच के लिये CB विन्यास की अपेक्षा CE विन्यास को प्राथमिकता क्यों दी जाती है?

(c) Calculate the input voltage V_2 such that the BJT is driven into saturation with $V_{CE} = 0.2$ volt and $\sigma = 0.8$ Assume $V_{BE} = 0.75$ vold and $h_{FE} = 50$.
उस निवेषी वोल्टता V_2 की गणना कीजिये जिससे ट्रान्ज़िस्टर V_{CE} = 0.2 वोल्ट तथा $\theta = 0.8$ के साथ संतृप्त क्षेत्र में पहुँच जाये। $V_{BE} = 0.75$ वोल्ट तथा $h_{FE} = 50$ मान लें।



3. (a) What is a CMOS? Draw the circuit diagram of a CMOS switch and explain its working.

(b) Draw the circuit diagram of a 2-input CMOS NOR gate. Explain its working for (i) both inputs '0' and (ii) both inputs '1'.

(अ) CMOS क्या होता है? किसी CMOS स्विच का परिपथ चित्र खींचिये तथा उसका कार्य समझाइये।

(ब) 2-निवेषी CMOS NOR गेट का परिपथ चित्र खींचिये। (i) दोनों निवेष '0' तथा (ii) दोनों निवेष '1' के लिये इसकी कार्य प्रणाली समझाइये।

4. (a) Draw the circuit diagram for a 2-input RTL NOR with $R_b = 500\Omega$, $R_c = 800\Omega$, $V_{cc} = 3$ volt. Both inputs are in logic '0'. It drives five identical NOR gates. Calculate the output of the driver NOR assuming V_{BE} for each of the driven transistors to be 0.75 volt.

(b) Draw the circuit diagram of an RTL Exclusive OR gate and explain its working.

(अ) 2-निवेषी RTL NOR का परिपथ चित्र खींचिये जिसमें $R_b = 500\Omega$, $R_c = 800\Omega$, $V_{cc} = 3$ वोल्ट। दोनों निवेष लॉजिक '0' में हैं। यह पाँच समरूप NOR गेटों को चलाता है। चालक NOR के निर्गत की गणना कीजिये यह मानते हुए कि चलित ट्रान्ज़िस्टरों में से प्रत्येक का V_{BE} 0.75 वोल्ट है।

(ब) RTL एक्सक्लूशिव OR गेट का परिपथ चित्र खींचिये तथा इसकी कार्यविधि समझाइये।

5. (a) A 2-input DTL NAND gate has $R = 2k\Omega$, $R_c = 2k\Omega$, $R_b = 5k\Omega$, $V_{cc} = 5$ volt. One input is in logic '1'. Calculate the other input V_i such that the output transistor is driven into saturation with $V_{CE} = 0.2$ volt and $\sigma = 0.85$.

(b) Explain the meaning of 'Noise Margin' for Low and High inputs.

(अ) किसी 2-निवेषी DTL NAND गेट में $R = 2k\Omega, R_C = 2k\Omega$, $R_b = 5k\Omega$, $V_{CC} = 5$ वोल्ट। एक निवेष लॉजिक '1' में है। दूसरे निवेष V_i के उस मान की गणना कीजिये जिसके लिये निर्गत ट्रान्ज़िस्टर $V_{CE} = 0.2$ वोल्ट तथा $\sigma = 0.85$ के साथ संतृप्त क्षेत्र में पहुँच जाये।

(ब) निम्न तथा उच्च निवेष के लिये 'न्वाइज़ मार्जिन' का अर्थ समझाइये।

6. (a) Draw the circuit diagram of a 2-input TTL NAND gate. Show that it provides for a much faster removal of excess base charge than the DTL circuit.

(b) Explain the function of the 'Phase Splitter' and the 'Active pull up'.

(अ) 2-निवेषी TTL NAND गेट का परिपथ चित्र खींचिये। दिखाइये कि DTL परिपथ की तुलना में इस परिपथ में आधार के अधिक आवेष को ज्यादा तेज़ी से हटाया जाता है।

(ब) 'फ़ेज़ स्प्लिटर' तथा 'एक्टिव पुल अप' की कार्य विधि समझाइये।

7. (a) How will you obtain a Half Adder using minimum number of NAND gates only?

(b) Draw Karnaugh map for the following Boolean function and simplify :

$f(A, B, C, D) = \sum m\,(0, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14)$

(अ) केवल NAND गेटों की न्यूनतम संख्या का उपयोग करके आप एक हाफ़ ऐडर कैसे प्राप्त करेंगे?

(ब) नीचे दिये गये बूलियन फलन के लिये कार्नो मैप बनाइये तथा उसे सरलीकृत कीजिए

$f(A, B, C, D) = \sum m\,(0, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14)$

8. (a) State the advantages of an Integrated circuit over a discrete circuit. What are the SSI, MSI, LSI and VLSI?

(b) Discuss the steps involved in the fabrication of an IC.

(अ) डिस्क्रीट परिपथ की तुलना में इन्टीग्रेटेड परिपथ के लाभ बताइये। SSI, MSI, LSI और VLSI क्या हैं?

(ब) IC के निर्माण के विभिन्न चरणों की विवेचना कीजिये।

9. (a) Explain why is a photo diode operated in the reverse bias while an LED is operated in the forward bias.

(b) Calculate the energy band gap required by an LED in order to emit light of wave-length $\lambda = 550nm$.
($e = -1.6 \times 10^{-19}$ coulomb, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js, $C = 3 \times 10^8$ m/s)

(अ) समझाइये कि क्यों फोटोडायोड की विपरीत बायस में ही लेकिन LED की अग्र बायस में ही उपयोग करते हैं।

(ब) तरंगदैर्ध्य $\lambda = 550nm$ का प्रकाश उत्सर्जित करने के लिये LED की आवश्यक ऊर्जा बैण्ड अन्तराल की गणना कीजिये।
($e = -1.6 \times 10^{-19}$ कूलॉम, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ जूल सेकण्ड, $C = 3 \times 10^8$ मी./से.)

PHYSICS

Fourth Paper, 2016

(Electromagnetic Theory, Laser, Holography and Optical Instruments)

Time : 3.00 Hours] [M.M. 38

Note : Answer question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. In addition, answer any other five questions, each of which carries 7 marks.

1. For aluminium, $\sigma = 3.5 \times 10^7$ s/m, $\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0$. Find the skin depth δ at 150 MHz.

एल्यूमिनियम के लिए, $\sigma = 3.5 \times 10^7$ s/m, $\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0$. 150 MHz पर त्वचा गहराई δ प्राप्त कीजिए।

Or / अथवा

The coherence length of laser light of wavelength 6328Å is 2.945×10^{-2}m. Calculate the number of oscillations corresponding to the coherence length.

6328Å तरंगदैर्ध्य की लेसर प्रकाश की कला-सम्बद्धता लम्बाई 2.945×10^{-2}m है। कला-सम्बद्धता लम्बाई के संगत दोलनों की संख्या की गणना कीजिए।

2. A dielectric sphere of radius R and permittivity ϵ_i is placed in a uniform electric field E_0. Find the surface polarization charge density using Laplace's equation.

R त्रिज्या तथा ϵ_i विद्युत्शीलता का एक परावैद्युत गोला एक समान विद्युत् क्षेत्र E_0 में रखा जाता है। लाप्लास समीकरण का उपयोग करते हुए ध्रुवण पृष्ठ आवेश घनत्व प्राप्त कीजिए।

3. (a) Show that the plasma frequency is given by $w_p^2 = \frac{Ne^2}{m \epsilon_v}$ Where the symbols have their usual meaning.

दिखाइए कि प्लाज्मा आवृत्ति, $w_p^2 = \frac{Ne^2}{m \epsilon_v}$ द्वारा प्रदर्शित होती है जहाँ संकेतों का अपना सामान्य अर्थ है।

(b) Prove that $u = -\frac{1}{6} D_{\alpha\beta} E'_{\alpha\beta}(0)$, where u is the interaction energy, $D_{\alpha\beta}$ is the quadrupole moment of a change distribution and $E'_{\alpha\beta}(0)$ is the field gradient at the centre of $D_{\alpha\beta}$.

सिद्ध कीजिए कि $u = -\frac{1}{6} D_{\alpha\beta} E'_{\alpha\beta}(0)$ जहाँ u अन्योन्य ऊर्जा है, $D_{\alpha\beta}$ विद्युत्-आवेश वितरण में चतुष्ध्रुव घूर्ण है और $E'_{\alpha\beta}(0)$ $D_{\alpha\beta}$ के केन्द्र पर क्षेत्र प्रवणता है।

4. (a) Discuss plane wave solution of Maxwell's equations in a dielectric. How does it change in a plasma?
डाई इलेक्ट्रिक में मैक्सवेल के समीकरणों के समतल तरंग हल की विवेचना कीजिए। प्लाज्मा में यह कैसे बदलता है?

(b) State and prove Poynting's theorem.
प्वायण्टिंग प्रमेय बताइए तथा सिद्ध कीजिए।

5. Obtain Fresnel formulae for electromagnetic waves polarized perpendicular to the plane of incidence. Discuss metallic reflection and find the expression of reflection coefficient for non-ferromagnetic metal.
आयतन समतल के लम्बवत् ध्रुवित विद्युत् - चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेस्नल सूत्र प्राप्त कीजिए। धत्विक परावर्तन की विवेचना कीजिए तथा अ-लौह चुम्बकीय धातु के लिए परावर्तन गुणांक का व्यंजक निकालिए।

6. (a) How is the laser light different from light emitted by the conventional sources?
लेसर प्रकाश किस प्रकार सामान्य स्त्रोतों से उत्सर्जित प्रकाश से भिन्न है?

(b) Discuss spatial and temporal coherence of a laser beam.
लेसर किरण पुंज की स्थानिक एवं कालिक कलासम्बद्धता की विवेचना कीजिए।

7. (a) How does dispersion of the LG plate depend on the size, shape and angle of incidence?
एल जी प्लेट का विक्षेपण उसके माप, आकार और आयतन कोण पर कैसे निर्भर करता है?

(b) Describe prism spectrograph for visible region.
दृश्य क्षेत्र के लिए प्रिज्म स्पेक्ट्रोग्राफ का वर्णन कीजिए।

8. (a) Describe the recording and reconstruction of optical holograms. How is high resolution obtained?
प्रकाशित होलोग्राम के अभिलेख और पुनर्निर्माण का वर्णन कीजिए। किस प्रकार से उच्च विभेदन प्राप्त किया जाता है?

(b) Discuss thick hologram and its use.
मोटे होलोग्राम एवं इसके उपयोग की विवेचना कीजिए।

9. Write short notes on any two of the following :
निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए—

(a) Grating spectrograph
ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ

(b) Polarization of electromagnetic waves
विद्युत् - चुम्बकीय तरंगों का ध्रुवण

(c) Boundary conditions for $\vec{H}$ and $\vec{D}$
$\vec{H}$ और $\vec{D}$ के परिसीमा - प्रतिबंध

(d) Normal and anomalous dispersion
सामान्य एवं अनियमित विक्षेपण

B.Sc. (Part-III) Examination, 2017

PHYSICS

(Quantum Mechanics)

Paper - First

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer Q. No. 1 which is compulsory and any other five questions. Q. No. 1 carries 2 marks and other remaining are of 7 marks each. Symbols have their usual meaning.

प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है तथा इसके अतिरिक्त 5 अन्य प्रश्नों का उत्तर दीजिये। प्रश्न संख्या 1,2 अंक का है और शेष अन्य में से प्रत्येक 7 अंकों का है। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

1. The wave function of a particle in a box is given by

बाक्स में बन्द किसी कण का तरंगफलन निम्न है :

$$\psi(x) = A\left(\frac{x}{a}\right) \qquad 0 < x < \frac{a}{2}$$

$$= A\left(1 - \frac{x}{a}\right) \qquad \frac{a}{2} < x < a$$

Calculate the normalization constant A.

नार्मलाइजेशन स्थिरांक A की गणना कीजिये।

2. Consider a particle in a finite one-dimensional square well potential.

$$V(x) = 0 \quad \text{for} \quad -\frac{a}{2} < x < \frac{a}{2}$$

$$= V_o \quad \text{for} \quad |x| > \frac{a}{2}$$

Find out the solutions of Schrodinger equation for $E<V_o$. Show that

the number of bound state solutions depend o i the strength of potential V_o. Plot the first two wave functions and com ient about the tunneling of particle in classically forbidden regions.

दिये गये एक विमीय सीमित ऊँचाई वाले वर्ग विभव कूप

$$V(x) = 0 \quad \text{for} \quad -\frac{a}{2} < x < \frac{a}{2}$$

$$= V_o \quad \text{for} \quad |x| > \frac{a}{2}$$

में स्थित एक कण के लिये श्रोडिंगर समीकरण का हल $E<V_o$. की स्थिति में प्राप्त कीजिये। दर्शाइये कि बद्ध अवस्था हलों की संख्या विभव V_o की ऊँचाई पर निर्भर करती है। प्रथम दो तरंग फलनों का ग्राफ प्लाट कीजिये तथा कण के क्लासिकीय वर्जित क्षेत्र में प्रवेश पर अपना मत व्यक्त कीजिये।

3. A particle is initially in its ground state (n=1) in an infinite one dimensional potential box with sides at x=0 and x=a. If the wall of the box at x=a is suddenly moved to x=3a, Calculate the probability of finding the particle in
   (i) The ground state of new box 2
   (ii) The first excited state of the new box 2½
   (iii) Finally, calculate the probability of finding the particle in the first excited state of the new box, assuming the particle was initially in the first excited state of the old box. 2½

एक कण, एक विमीय अनन्त विभव बाक्स की लम्बाई x=0 तथा x=a के बीच अपनी तलीय (n=1) अवस्था में है। यदि बाक्स की x=9 पर स्थित दीवार को अचानक x=3a पर विस्थापित कर दिया जाय तो कण के निम्न स्थितियों में पाये जाने की प्रायिकता की गणना कीजिये।

(i) दीवार विस्थापन द्वारा उत्पन्न नये बाक्स की तलीय अवस्था में। 2
(ii) नये बाक्स की प्रथम उत्तेजित अवस्था में। 2½
(iii) अन्ततः यह मानते हुये कि आरम्भ में कण पुराने बाक्स की प्रथम उत्तेजित अवस्था में था, कण की नये बाक्स की प्रथम उत्तेजित अवस्था में पाये जाने की प्रायिकता का आकलन कीजिये। 2½

4. (a) A particle is in ground state of Harmonic Oscillator $\psi_o(x)$. Calculate the expectation values $\langle x \rangle, \langle p \rangle, \langle x^2 \rangle$ and $\langle p^2 \rangle$ with respect to the state ψ_o. Hence show that

(अ) एक कण आवर्ती दोलक की तलीय अवस्था $\psi_0(x)$ में है। $\psi_0(x)$ अवस्था के संदर्भ में अनुमानित औसत मानों $\langle x\rangle, \langle p\rangle, \langle x^2\rangle$ तथा $\langle p^2\rangle$ की गणना कीजिये।

$$\Delta x\ \Delta p = \frac{\hbar}{2}$$

Where $\Delta x = \sqrt{\left(\langle x^2\rangle - \langle x\rangle^2\right)}$ and

$$\Delta p = \sqrt{\left(\langle p^2\rangle - \langle p\rangle^2\right)}$$

3½

(b) Plot the Harmonic oscillator wave functions for n=1 and n=2 states and calculate the position values x where the probability density $|\psi_1(x)|^2$ becomes maximum. 3½

(ब) n=1 तथा n=2 अवस्थाओं के लिये आवर्ती दोलक के तरंग फलनों का ग्राफ प्लाट कीजिये। उन स्थानों के मान x की गणना कीजिये जहाँ प्रायिकता घनत्व $|\psi_1(x)|^2$ महत्तम हो जाता है। 3½

5. (a) Obtain the expression of transmission probability of barrier penetration for a barrier potential given as 07

बैरियर भेदन के लिये पारगमन प्रायिकता का व्यंजक प्राप्त कीजिये जबकि दिया गया बैरियर विभव निम्नवत् है।

$$V(x) = 0 \quad \text{for } x < 0$$
$$V(x) = V_0 \quad \text{for } 0 \le x \le L$$
$$V(x) = 0 \quad \text{for} x > L$$

Discuss the utility of tunnelling probability through a potential barrier in an experimental situation.

एक प्रायोगिक अवस्था में बैरियर विभव से टनेलिंग (पारगमन) प्रायिकता की उपयोगिता को समझाइये।

6. (a) Use the angular momentum commutation relations to show that

(अ) कोणीय संवेग कामुटेशन् सम्बन्धों का प्रयोग कर समझाइये कि 1½

(i) $[L_+, L_-] = 2\hbar L_2$

(ii) $[L^2, L_x] = 0$ 1

(b) Prove that :

(ब) सिद्ध कीजिये कि

$$[L_z, x] = i\hbar y$$

$$[L_z, p_x] = i\hbar p_x$$ 1

(c) Use the properties of Paul matrices to show that :

(स) पाउली आव्यूहों के गुणों का उपयोग करते हुये दर्शाइये कि

$$(\vec{\sigma}, \vec{A})(\vec{\sigma}, \vec{B}) = \vec{A}.\vec{B} + i\vec{\sigma}, (\vec{A} \times \vec{B})$$ 2½

7. (a) The ground state of hydrogen atom is

$$\psi_{1.0.0}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_o}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-r/a_o}$$

Find the value of r where probability of finding the electron is maximum.

(b) The wave function of the electron in hydrogen atom problem is given as $\psi_{2.1.-1}(r, \theta, \phi)$. What is the energy E, angular momentum $\overline{L^2}$ and L_z for the electron ? 2½

(c) How would you differentiate between two distinguishable and indistinguishable particles ? Use the wave function to explain the difference. 2

(अ) हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था में तरंगफलन निम्न है :

$$\psi_{1.0.0}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_o}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-r/a_o}$$

r का वह मान प्राप्त कीजिये जहाँ इलेक्ट्रान के पाये जाने की प्रायिकता महत्तम है। 2½

(ब) हाइड्रोजन परमाणु समस्या में इलेक्ट्रान का तरंग फलन $\psi_{2.1.-1}(r, \theta, \phi)$ है। इलेक्ट्रान की ऊर्जा E कोणीय संवेग $\overline{L^2}$ तथा L_z के मान क्या हैं ? 2½

(स) भिन्न पहचान तथा अभिन्न पहचान वाले दो कणों में आप किस प्रकार विभेद करेंगे। तरंग फलन की सहायता से अन्तर समझाइये। 2

8. (a) Using the concept of exchange degeneracy, explain that the first order energy Correction for the first excited state of the Helium atom is smaller in value for triplet state in comparison to singlet state configuration. 4½

(b) Obtain the first order change in the ground state energy of the Harmonic oscillator using $H'=bx^2$ as a perturbation term in the non-degenerate perturbation theory. 2½

(अ) एक्सचेंज अपभ्रष्टता के सिद्धान्त का प्रयोग करते हुये समझाइये कि हीलियम परमाणु की प्रथम उत्तेजित अवस्था में ट्रिप्लेट अवस्था के लिये प्रथम कोटि ऊर्जा संशोधन सिंग्लेट अवस्था के लिये प्रथम कोटि ऊर्जा संशोधन के मान से कम होता है। 4½

(ब) आवर्ती दोलक की तलीय अवस्था की ऊर्जा में $H'=bx^2$ प्रक्षोभ पद लेते हुये काल स्वतंत्र अपभ्रष्टता रहित प्रक्षोभ सिद्धान्त का उपयोग करके प्रथम कोटि ऊर्जा संशोधन का मान ज्ञात कीजिये। 2½

9. Attempt any two of the following :

(a) Consider a hydrogen atom whose general state is given as 3½

$$\psi(\bar{r}) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_{300}(\bar{r}) + \frac{1}{\sqrt{3}}\psi_{311}(\bar{r}) + \frac{1}{\sqrt{6}}\psi_{322}(\bar{r})$$

(i) If a measurement of the energy E were carried out, what values could be found and with what probabilities ?

(ii) If a measurement of $\overline{L^2}$ and L_z were carried out, what values could be found with what probabilities. ?

(b) Consider a particle of mass m moving freely between x=0 and x=a inside an infinite square well potential. 3½

(i) Calculate the expectation values

$$\langle x\rangle, \langle p\rangle, \langle x^2\rangle \text{ and } \langle p^2\rangle$$

with respect to the state ψ_n.

(ii) Using the above values Calculate the uncertainty product $\Delta x\ \Delta p$ where

$$\Delta x = \sqrt{\left(\langle x^2\rangle - \langle x\rangle^2\right)} \text{ and } \Delta p = \sqrt{\left(\langle p^2\rangle - \langle p\rangle^2\right)}$$

(c) Write a notes on continuity equation for Schrodinger equation. 3½

(अ) हाइड्रोजन परमाणु की सामान्य अवस्था निम्नवत् है :

$$\psi(\bar{r}) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_{300}(\bar{r}) + \frac{1}{\sqrt{3}}\psi_{311}(\bar{r}) + \frac{1}{\sqrt{6}}\psi_{322}(\bar{r})$$

(i) यदि ऊर्जा E का मापन किया जाये तो ऊर्जा के कौन से मान किन प्रायिकताओं से प्राप्त होंगे।

(ii) यदि $\overline{L^2}$ तथा L_z का मापन किया जाये तो कौन से मान किन प्रायिकताओं के साथ प्राप्त होंगे।

(ब) m द्रव्यमान का एक कण x=0 तथा x=a पर एक अनन्त विभव कूप के बीच स्वतंत्रतापूर्वक घूम रहा है।

(i) ψ_n अवस्था के लिये औसत अनुमानित मान $\langle x\rangle, \langle p\rangle, \langle x^2\rangle$ तथा $\langle p^2\rangle$ की गणना कीजिये।

(ii) उपरोक्त मानों का उपयोग करते हुये अनिश्चितता गुणन $\Delta x\, \Delta p$ की गणना कीजिये।

जहाँ

$$\Delta x = \sqrt{\left(\langle x^2\rangle - \langle x\rangle^2\right)} \text{ and } \Delta p = \sqrt{\left(\langle p^2\rangle - \langle p\rangle^2\right)}$$

(स) श्रोडिंगर समीकरण के सातत्यता समीकरण पर टिप्पणी लिखिये।

PHYSICS (SECOND PAPER)-2017

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer question **no. 1** which is **compulsory** and carries 7 marks and any other **five** questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols have their usual meaning.

प्रश्न **संख्या 1 अनिवार्य** है, जो कि सात अंकों का है। शेष प्रश्नों में से किन्हीं पाँच प्रश्नों का उत्तर दीजिये जिसमें प्रत्येक के छः अंक है। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं ;

1. (a) What are Miller indices ? Draw (101) and (111) planes in a cubic unit cell. 3

मिलर सूचक क्या है? किसी घनीय यूनिट सेल में (101) तथा (111) समतलों को खींचिये।

(b) State the advantages of choosing the phase space to be spanned by the configuration coordinates and the corresponding canonically conjugate momenta. A particle of unit mass is executing simple harmonic motion. Determine its trajectory in the phase space.

कला आकाश को विन्यास निर्देशांकों तथा संगत विहित संयुग्मी संवेगों के पदों में व्यक्त करने के लाभ स्पष्ट कीजिये। एकांक द्रव्यमान का कोई कण सरल आवर्त गति कर रहा है उसके कला आकाश में प्रक्षेप पथ का निर्धारण कीजिये।

2. (a) Use the concept of microcanonical ensemble to derive the expression for entropy of a perfect gas consisting of identical, non-interacting monoatomic molecules.

माइक्रो केनॉनिकल एनसेम्बल की संकल्पना का उपयोग करके N सर्वसम परस्पर क्रिया न करने वाले एक परमाणुक अणुओं वाली किसी आदर्श गैस के लिये एन्ट्रॉपी का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये।

(b) Explain the term degree of freedom. State and prove the law of equipartition of energy.

स्वातंत्र्य-कोटि को समझाइये। ऊर्जा के समविभाजन नियम को बताइये तथा सिद्ध कीजिए।

3. (a) For a Canonical ensemble prove

किसी केनोनिकल एनसेम्बिल के लिये सिद्ध कीजिये कि :

(i) $Z = \sum_{1} e^{-E_1/\tau}$ (ii) $P(E_1) = \frac{1}{Z} e^{-E_i/\tau}$

(b) A system can take only three energy states, $E_1=0$, $E_2=1.38\times10^{-14}$ erg and $E_3=2.76\times10^{-14}$ erg. These three states occur in 2,5 and 4 different ways, respectively. Calculate the probability that at temperature 100K the system may be in one of the microstates of energy E_3. Given Boltzmann constant $k=1.38\times10^{-16}$ erg/k.

एक तंत्र केवल तीन ऊर्जा अवस्थाओं $E_1=0$, $E_2=1.38\times10^{-14}$ अर्ग व $E_3=2.76\times10^{-14}$अर्ग, में ही हो सकता है। ये तीन अवस्थाऐं क्रमशः 2, 5 व 4

भिन्न प्रकार की हो सकती हैं। इसकी प्रायिकता ज्ञात कीजिये कि ताप 100K पर तंत्र ऊर्जा E_3 की किसी एक माइक्रो अवस्था में ही हो। दिया है कि बोल्टजमान नियतांक $k=1.38\times10^{-16}$ अर्ग/k है।

4. (a) Using the Grand, Partition Function derive the Bose Einstein (BE) distribution function.
महाविभाजन फलन का उपयोग करके वितरण (BE) प्राप्त कीजिये।

(b) Find the number of states for photons with momenta between p and p+dp. Obtain the Planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distribution directly.
p व p+dp के मध्य संवेग वाले फोटानों के लिये अवस्थाओं की संख्या प्राप्त कीजिये फोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये की यह वितरण BE वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।

5. Attempt any two of the following :
अधोलिखित में से किन्हीं दो को हल कीजिये :

(a) In statistical mechanics, what do you interpret by the terms classical limit and degenerate systems ? Show that in the classical limit
सांख्यिकीय यांत्रिकी में आप चिरसम्मत सीमा तथा अपभ्रंश तंत्र से क्या समझते है ? यह दिखाइये चिरसम्मत सीमा है।

$$e^{-\mu/\tau} = \frac{V/N}{V_Q} >> 1$$

(b) Explain what do you mean by varience. Taking variance as a measure of fluctuations, show that $\overline{(\delta E)^2} = kT^2C_v$. Show that the fractional fluctuation in energy in a perfect gas is negligibly small.
स्पष्ट कीजिये कि आप वेरिएन्स से क्या समझते हैं ? यह दिखाइये कि आदर्श गैस की ऊर्जा की वेरिएन्स $\overline{(\delta E)^2} = kT^2C_v$ है। यदि वेरिएन्स को उच्चावचनों की माप लिया जाये तो यह दिखाइये कि किसी आदर्श गैस की ऊर्जा के आंशिक उच्चावचन उपेक्षणीय रूप से अल्प है।

(c) Show that the classical definition of entropy

$$\sigma = \log\frac{\Delta}{h^r}$$

leads to Gibb's paradox. How can this paradox be resolved ?

यह दिखाइये कि एन्ट्रॉपी की चिरसम्मत परिभाषा से गिब्ब का विरोधाभास मिलता

$$\sigma = \log \frac{\Delta}{h^r}$$

है। विरोधाभास का स्पष्टीकरण कैसे होता है।

6. (a) Show that Fermi level in the intrinsic seminconductor lies midway in the forbidden gap. Find an expression for density of electrons in the conduction band.
दर्शाइये कि निज अर्धचालक में फर्मी स्तर वर्जित अंतराल के मध्य में होता है निज अर्धचालक में संवाहन पट्ट में इलेक्ट्रॉन घनत्व का व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(b) In an ionic crystal the value of exponent b in the exponential form of repulsive energy $ae^{-r/b}$ is 0.207Å. If the nearst neighbour distance is 2.07Å and Madelung constant α=1.74, calculate the lattice energy per molecule. Derive the formula used.
एक आयनिक क्रिस्टल में एक्सपोनेनसियल प्रतिकर्षण ऊर्जा $ae^{-r/b}$ में एक्सपोनेन्ट b का मान 0.207Å है। यदि निएरेस्ट नेबर दूरी 2.07Å तथा मैडलंग स्थिरांक α=1.74 हो तो लैटिस ऊर्जा प्रति अणु की गणना कीजिये। उपयोग में लाये गये सूत्र को व्युत्पन्न कीजिये।

7. (a) Discuss the formation of allowed and forbidden energy bands on the basis of the Kronig Penney model.
क्रोनिग-पेनी मॉडल के आधार पर अनुमत व वर्जित ऊर्जा बैंडों की विवेचना कीजिये।

(b) The energy near the top of the valence band of a crystal is given by $E=-AK^2$ where $A=10^{-39}$ Jm^2. An electron with wave vector $K=10^{10}$ Jm^{-1} is removed from an orbital in the completely filled valence band. Determine the effective mass, velocity and momentum of the hole.
वेलेन्स बैंड के उच्च सिरे पर क्रिस्टल की ऊर्जा $E=-AK^2$ से व्यक्त है तो $A=10^{-39}$ जूल मी^{2} है। पूर्णतः भरे वेलेन्स बैंड में $K=10^{10}$ जूल मी$^{-1}$ वाले इलेक्ट्रॉन को किसी आरबिटल से निकाला जाता है। कोटर के प्रभावी द्रव्यमान, वेग व संवेग को निकालिये।

8. (a) What are Brillouin zones ? Determine the reciprocal lattice vectors which define the Brillouin zones of bcc and fcc lattices. How is the first Brillouin zone constructed ?

ब्रिलूआँ जोन क्या है ? bcc व fcc जालकों के ब्रिलूआँ जोन की परिभाषा देने वाले व्युत्क्रम जालक सदिशों को निर्धारित करिये। प्रथम ब्रिलूआँ जोन कैसे बनाया जाता है ?

9. Write short notes on any two of the following :

अधोलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(a) Einstein's theory of lattice heat capacity

जालक ऊष्मा धारिता का आइन्सटाईन सिद्धान्त

(b) Dispersion relation for a one dimensional diatomic linear chain.

एकविम द्विपरमाण्विक रैखिक चेन के लिये डिस्पर्शन रिलेशन

(c) Liouville theorem and its consequences

लियूविल प्रमेय व इसके परिणाम।

(d) Principle of equipartition of energy. Use this to derive the dulong Petit's Law.

ऊर्जा के समविभाजन का नियम तथा डयूलांग पेटिट नियम की व्युत्पत्ति। 2

PHYSICS (THIRD PAPER)-2017

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **six** questions in all, including Question No. 1, which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry seven marks each.

प्रश्न संख्या 1 समेत कुल छ : प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है तथा इसके 3 अंक हैं। अन्य प्रश्नों में से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. Answer any two of the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं दो का उत्तर दीजिए।

(a) A diode is operating in a circuit where the diode current is I_D and the voltage across the diode is V_D. If the current in the diode is doubled, calculate the increase in the diode voltage V_D assuming $?V_T$=25mV.

एक परिपथ में डायोड कार्य करता है जहाँ डायोड धारा I_D है और डायोड वोल्टता

V_D है। यदि डायोड में धारा दूनी कर दी जाय, तो V_t=25mV मानते हुये डायोड वोल्टता V_D में वृद्धि की गणना कीजिये।

(b) Design an E_x-OR circuit using NAND and NOR gates.

NOR व NAND गेटों का प्रयोग करते हुये E_x-OR परिपथ बनाइये।

(c) Simplify the following Boolean expression.

$$(A + B)(\overline{B} + \overline{A})$$

निम्नलिखित बूलियन व्यंजक को सरल कीजिए :

$$(A + B)(\overline{B} + \overline{A})$$

2. Draw the circuit diagram of a 2-input RTL NOR gate and discuss the considerations for choosing the pull up resistor R_c.

2-निवेष वाले RTL NOR गेट का परिपथ खींचिए और पुल-अप प्रतिरोध R_C चुनने के लिये जिन बातों का ध्यान रखा जाता है, उनकी विवेचना कीजिये।

(b) In an RTL gate circuit, R_b=1.5kΩ, R_c=3.6kΩ and V_{CC}=3V. Transistors T_1 and T_2 are identical with parameters h_{FE}=50 and h_{FC}=0.1. If T_2 is cut off, find I_{C_1} and I_{B_1} so that $V_{CE_1}=V_{CE_2}$=0.2V.

एक RTL गेट परिपथ में R_b=1.5kΩ, R_c=3.6kΩ और V_{CC}=3V,h_{FE}=50 व h_{FC}=0.1 के साथ ट्रान्जिस्टर T_1 एवं T_2 एक जैसे हैं । यदि T_2 कटऑफ हो, तो $V_{CE_1}=V_{CE_2}$=0.2V के लिए I_{C_1} तथा I_{B_1} प्राप्त कीजिए।

3. (a) Draw two biasing circuits for a JFET. Explain under what circumstances each of these two arrangements should be used.

JFET के लिये दो बायसिंग परिपथ बनाइए। समझाइए किन स्थितियों में ये दोनों प्रबन्ध प्रयुक्त होने चाहिए।

(b) A MOSFET has a drain-circuit resistance R_d of 200kΩ and operators at 40KHz. Find the voltage gain of this device as a single stage,

given : g_m=1.6mA/V, r_d=44kΩ, C_{gs} = 3.0 pF, C_{ds}=1.0 pF and C_{gd}=2.8 pF.

एक MOSFET का ड्रेन-परिपथ प्रतिरोध R_d of 200kΩ है और वह 40KHz पर कार्य करता है। इस युक्ति की एकल अवस्था की वोल्टता गेन प्राप्त कीजिए, दिया है :

g_m=1.6mA/V, r_d=44kΩ, C_{gs} = 3.0 pF, C_{ds}=1.0 pF and C_{gd}=2.8 pF.

4. (a) Draw the circuit of a 2-input DTL NAND gate and calculate its input output characteristic curve. Explain the need of suitable base resistance R_b.

एक 2-निवेष वाले DTL NAND गेट का परिपथ खींचिए तथा इसके आगत निर्गत लाक्षणिक वक्र को प्राप्त कीजिए, उपयुक्त बेस प्रतिरोध R_b की आवश्यकता की विवेचना कीजिए।

(b) Calculate the FAN out of a DTL gate, given :

R=3kΩ, R_C=3kΩ, R_b=20kΩ, V_{CC}=+5V, V_{BB}=-2V, $V_{CE(sat)}$=0.2V, h_{FE}=250, $V_{BE(ON)}$=0.7V and for diodes V_{ON}=0.65V.

एक DTL गेट के FAN आउट की गणना कीजिए, दिया है : R=3kΩ, R_C=3kΩ, R_b=20kΩ, V_{CC}=+5V, V_{BB}=-2V, $V_{CE(sat)}$=0.2V, h_{FE}=250, $V_{BE(ON)}$=0.7V और डायोडो के लिये V_{ON}=0.65V.

5. (a) Give the different steps involved in the fabrication of an integrated circuit.

इन्टीग्रेटेड परिपथ के निर्माण में आने वाले विभिन्न चरणों को बताइए।

(b) How are IC diodes fabricated ? Draw the cross-sections of two types of emitter-base diodes.

IC डायोड कैसे बनाये जाते हैं? दो प्रकार के एमिटर बेस डायोडों के काट के चित्र खींचिए।

(a) Simplify the following functions using Karnaugh map :

(i) $f=\Sigma m\ (0, 1, 2, 4)$

(ii) $f=\pi M\ (3, 5, 6, 7)$

निम्नलिखित फलनों को कार्नो मैप की सहायता से सरल बनाइए :

(i) $f= w\Sigma\ (0, 1, 2, 4)$

(ii) $f= \phi M\ (3, 5, 6, 7)$

(b) Discuss the importance of the Totem Pole configuration in the TTL NAND gate circuit.

TTL NAND गेट परिपथ में टोटम-पोल विन्यास के महत्व की विवेचना कीजिए।

Discuss the theory of a photoconductor and find expressions for the current gain and transit time. What are limitations of these parameters ?

फोटो कन्डक्टर के सिद्धान्त की विवेचना कीजिये तथा धारा लाभ व ट्रान्जिट समय के लिये व्यंजक प्राप्त कीजिए। इन प्राचलों की सीमायें क्या हैं ?

(a) Show the system of three-bit parallel binary full adder consisting of half adders and explain its working.

हॉफ-एडरों से बने हुए एक थ्री-बिट समान्तर बायनरी फुल एडर दर्शाइए और इसका कार्य प्रणाली समझाइए।

(b) Draw the logic circuit of a one bit digital comparator and explain its operation.

एक बिट डिजिटल कम्परेटर का लॉजिक परिपथ खींचिए तथा इसकी क्रिया समझाइए।

(a) Write short notes on any two of the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :

(a) Schottky transistor शॉटकी ट्रान्जिस्टर

(b) C.MOS inverter C.MOS इन्वर्टर

(c) Ebers-Moll equations ऐबर-मोल समीकरण

PHYSICS (FOURTH PAPER)-2017

(Electromagnetic Theory, Laser, Holography and Optical Instruments)

Time : Three hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer **Question No. 1,** which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer any other **five** questions, each of which carries 7 marks.

प्रश्न संख्या एक का उत्तर दीजिए जो अनिवार्य है तथा तीन अंकों का है। इसके अतिरिक्त किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। जिनमें से प्रत्येक सात अंकों का है।

1. (a) Distinguish between spectroscope, spectrograph, spectrometer and spectrophotometer.

स्पेक्ट्रोस्कोप, स्पेक्ट्रोग्राफ, स्पेक्ट्रोमीटर और स्पेक्ट्रोफोटोमीटर में विभेद कीजिए।

OR/अथवा

The intensity ratio of the two interfering beams of light is α. Estimate the value of visibility.

व्यतिकरण करती प्रकाश की दो किरणों की तीव्रताओं का अनुपात α है तो उनकी दृश्यता का मान का आकलन कीजिए।

(b) It what temperature, the rates of spontaneous emission and stimulated emission are equal, assume that $\lambda=5000\text{Å}$, $k=1.38\times10^{-23}$ J/K, $h=6.626\times10^{-34}$ J-s.

किस ताप पर स्वतः एवं उद्दीप्त उत्सर्जन की दर बराबर होती है, मान लीजिए $\lambda=5000\text{Å}$, $k=1.38\times10^{-23}$ J/K, $h=6.626\times10^{-34}$ J-s.

OR/अथवा

The electric field of a plane wave is given by

$$\vec{E} = 10\sin\left(3\pi\times10^{8}t-\pi z\right)\hat{I}_x + 10\cos\left[3\pi\times10^{8}t-\pi z\right]\hat{I}_y$$

Find

(i) Direction of propagation of wave

(ii) type of polarization of wave

(iii) the phase velocity

किसी समतल तरंग का विद्युत क्षेत्र

$$\bar{E} = 10\sin\left(3\pi \times 10^8 t - \pi z\right)\hat{I}_x + 10\cos\left[3\pi \times 10^8 t - \pi z\right]\hat{I}_y$$

दिया है। ज्ञात कीजिए।

(i) तरंग की दिशा

(ii) तरंग घूर्णन का प्रकार

(iii) प्रावस्था वेग

2. (a) Define holography. Distinguish between photography and holography. Mention some important application of holography.

होलोग्राफी को परिभाषित कीजिए। फोटोग्राफी एवं होलोग्राफी में विभेद कीजिए। होलोग्राफी के कुछ महत्वपूर्ण उपयोगों का उल्लेख कीजिए।

(b) Explain the basic technique of holography. Describe how a holograph is prepared and viewed.

होलोग्राफी की मूल तकनीकी को स्पष्ट कीजिए। होलोग्राफ कैसे बनाया और देखा जाता है, को वर्णित कीजिए।

3. Define ultraviolet radiation and explain its various classifications. Describe the spectrograph used in the different region of ultraviolet spectroscopy. Mention various applications of the ultraviolet spectroscopy.

पराबैंगनी विकिरण को परिभाषित कीजिए तथा उनके विभिन्न वर्गीकरण को स्पष्ट कीजिए। पराबैंगनी स्पेक्ट्रोस्कोपी के विभिन्न क्षेत्रों में उपयोग किये जाने वाले स्पेक्ट्रोग्राफ का वर्णन कीजिए। पराबैंगनी स्पेक्ट्रोस्कोपी के विभिन्न उपयोगों का उल्लेख कीजिए।

4. Describe the construction and working of LG plate. Find the expression for the resolving power and dispersive power.

LG प्लेट (पट्टिका) की संरचना तथा कार्यविधि का वर्णन कीजिए। इसके विक्षेपण क्षमता तथा विभेदन क्षमता का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

5. How does the sharepness of fringes made by Fabri-Perot etalon depends on the reflectivity of plate. Derive an expression for Airy Formula visibility of fringes in transmitted beams of light.

एक फेब्री-पेरो एटलान से प्राप्त फ्रिन्जों की तीव्रता किस प्रकार प्लेटों की परावर्तिता पर निर्भर करती है। प्रकाश की परागमिट-किरणों के लिये ऐरी सूत्र व दृश्यता के लिये व्यंजक प्राप्त कीजिए।

6. Give an elementary theory of dispersion. What is meant by normal and anomalous dispersion ?

विक्षेपण के प्रारम्भिक सिद्धान्त का विवरण दीजिए। सामान्य एवं अनियमित विक्षेपण से क्या समझते हैं ?

7. Obtain the expression for dipole, quadrupole and octupole terms for the expansion of potential in higher powers of r.

r के उच्चतर मानों के पदों में विभव प्रसारण हेतु द्विध्रुव, चतुर्थध्रुव और अष्टध्रुव का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

8. Write Maxwell equations for a conducing medium. Show that fresh water behaves as a good conductor for $v \leq 10^3 \, sec^{-1}$ and as a dielectric for $v \geq 10^7 \, sec^{-1}$.

सुचालक माध्यम के लिए मैक्सवेल समीकरण लिखिए। दिखाइये कि शुद्ध जल $v \leq 10^3 \, sec^{-1}$ के लिए अच्छे चालक की तरह तथा $v \geq 10^7 \, sec^{-1}$ के लिए परावैद्युत की तरह व्यवहार करता है।

9. Distinguish between absorption, stimulated emission and spontaneous emissions, Define Einstein's coefficients and obtain relative conditions of spontaneous and stimulated emissions in thermal equilibrium.

अवशोषण, स्वतः एवं उद्दीप्त उत्सर्जन में अन्तर बताइये। आइन्स्टाइन गुणांकों की परिभाषा दीजिए तथा तापीय सन्तुलन में स्वतः तथा उद्दीप्त उत्सर्जन का सापेक्ष योगदान प्राप्त कीजिए।

B.Sc. (Part-III) Examination - 2018

Three-Year Degree Course

PHYSICS

Quantum Mechanics

First Paper

Time : Three Hours] [Maximum Marks : 37

Note : Answer Q. No. 1 which is compulsory and any other five questions. Q. No. 1 carries 2 marks & other remaining are of 7 marks each. Symbols have their usual meaning.

प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है तथा इसके अतिरिक्त 5 अन्य प्रश्नों का उत्तर दीजियें प्रश्न संख्या 1, 2 अंक का है और शेष अन्य में से प्रत्येक 7 अंकों का है। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

1. A particle moving in one dimension is in a stationary state whose wave function is given as-

$$\psi(x) = \begin{cases} 0; & x < -a \\ A(1 + \cos\frac{\pi x}{a}) & -a \le x \le a \\ 0; & x > a \end{cases}$$

Find the magnitude of A so that ψ (x) is normalized.

एक विमा में घूमते हुये कण की समय अपरिवर्तनीय दशा में तरंग फलन दिया है-

$$\psi(x) = \begin{cases} 0; & x < -a \\ A(1 + \cos\frac{\pi x}{a}); & -a \le x \le a \\ 0; & x > a \end{cases}$$

A का परिमाण इस दशा में प्राप्त करिये कि ψ (x) नार्मलीकृत हो जाये।

2. The step potential is defined as -

$$V(x)=\begin{cases}0 & ;-\infty \le x<0\\ V_0 & ;0\le x\le\infty\end{cases}$$

Discuss the solution $\psi(x)$ of Schrodinger wave equation for a particle having energy.

(i) $E<V_0$

(ii) $E>V_0$

Compare the results with analogous situation in optics.

एक स्टेप विभव इस प्रकार परिभाषित है -

$$V(x)=\begin{cases}0 & ;-\infty \le x<0\\ V_0 & ;0\le x\le\infty\end{cases}$$

श्रोडिंजर समीकरण के हल की विवेचना कीजिए जबकि कण की ऊर्जा

(i) $E<V_0$

(ii) $E>V_0$ हो।

परिणामों की प्रकाशिकीय समानार्थक स्थितियों से तुलना कीजिए।

3. (a) A particle is in one-dimensional infinitely deep potential well.

$$V(x)=\begin{cases}\infty; & x\le 0\\ 0; & 0<x<a\\ \infty; & x\ge a\end{cases}$$

Find the solutions of time independent Schrödinger equation for the particle. Plot the first three energy eigen functions and discuss the parity of these eigen functions. 4½

(b) Show that energy eigen functions are not momentum eigen functions Find the momentum eigen functions. 2½

(a) एक कण निम्न विमीय अनन्त विभव कूप में घूम रहा है-

$$V(x)=\begin{cases}\infty; & x\le 0\\ 0; & 0<x<a\\ \infty; & x\ge a\end{cases}$$

कण के लिए समय निर्पेक्ष श्रोडिन्जर समीकरण के हल प्राप्त कीजिए। प्रथम तीन ऊर्जा आइगेन फलनों का ग्राफ खीचिए तथा आइगेन फलनों की पैरिटी की विवेचना कीजिए।

(b) दर्शाइए कि ऊर्जा आइगेन फलन, संवेग आइगेन फलन नहीं है। संवेग आइगेन फलनों को प्राप्त कीजिए।

4. (a) Prove the following orthonormality condition for harmonic oscillator solutions using generating function associated with Hermite polynomial.

$$\int_{-\infty}^{\infty} H_m(\xi), H_n(\xi) e^{-\xi^2} d\xi = \sqrt{\pi 2^n} m! \delta_{mn}$$

(b) Derive the classical probability distribution function for the harmonic oscillator. Plot quantum probability distribution function $|\psi_0(\xi)|^2$ where $(\xi = \gamma x)$ for ground state of harmonic oscillator & compare it with the plot of corresponding classical probability distribution. Calculate the probability of finding a particle in the classically forbidden region of ground state of harmonic oscillator. (Given $\int_1^{\infty} e^{-\xi^2} d\xi = 0.1394$)

(a) हरमाइट बहुपदीय के जनरेटिंग फलनों का प्रयोग करते हुए आवर्ती दोलक हलों के लिए निम्न आर्थोनार्मालिटी दशा सिद्ध कीजिए-

$$\int_{-\infty}^{\infty} H_m(\xi), H_{\cap}(\xi) e^{-\xi^2} d\xi = \sqrt{\pi 2^n} mt \delta_{mn}$$

(b) आवर्ती दोलक के लिये क्लासिकीय प्रायिकता वितरण फलन का निगमन कीजिए। क्वांटम प्रायिकता वितरण फलन $|\psi_0(\xi)|^2$ जहाँ $(\xi = \gamma \times)$ का आवर्त दोलक की तलीय अवस्था में ग्राफ खींचिए तथा इसकी क्लासिकीय प्रायिकता वितरण फलन में ऐसे ही ग्राफ से तुलना कीजिए। (दिया है $\int_1^{\infty} e^{-\xi^2} d\xi = 0.1394$)

5. (a) Use the angular momentum commutation relation to prove that

(i) $L_+L_- = L^2 - Lz^2 + hLz$

(ii) $L_-L_+ = L^2 - Lz^2 - hLz$

(iii) $[Lz, L] = -hLz$

(b) Prove that

(i) [Y, Lz] = ihx

(ii) [py, Lz]=ihpx

(iii) $\left[Lx,\gamma^2\right]=0$

(a) कोणीय संवेग कमुटेशन सम्बन्धों का प्रयोग कर सिद्ध कीजिए कि -

(i) $L_+L_-=L^2-Lz^2+hLz$

(ii) $L_-L_+=L^2-Lz^2-hLz$

(iii) [Lz, L]=-hLz

(b) सिद्ध कीजिए-

(i) [Y, Lz] = ihx

(ii) [py, Lz]=ihpx

(iii) $\left[Lx,\gamma^2\right]=0$

6. (a) Write the equation for total angular momentum operator L^2 for hydrogen atom problem in terms of θ & ϕ .Discuss the solution $y_{lm}(\theta,\phi)$ where symbols have their usual meaning.

(b) The ground state of hydrogen atom is $\psi_{100}(r)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2}e^{-r/a_0}$.

Find the expectation value of (1/r).

(a) हाइड्रोजन परमाणु समस्या के लिये पूर्ण कोणीय संवेग आपरेटर L^2 के लिए θ तथा ϕ पर निर्भर समीकरण लिखिए तथा $y_m(\theta,\phi)$ हलों की विवेचना कीजिए जहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

(b) हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था निम्न है-

$$\psi_{100}(r)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2}e^{-r/a_0}$$

(1/r) का अनुमानित मान प्राप्त कीजिए।

7. (a) Find the first order energy correction and first order wave function correction for the non degenerate perturbation theory.

(b) Derive the energy expression for Anharmonic oscillator having the perturbation $H'=bx\,\phi$

(a) ऊर्जा तथा तरंग फलन में प्रथम कोटि के परिवर्तन का काल स्वतंत्र अपभ्रष्टता रहित प्रक्षोभ सिद्धान्त का संक्षिप्त विवरण प्राप्त कीजिए।

(b) गैर आवर्ती दोलक की तलीय अवस्था की ऊर्जा में $H'=bx\,\phi$ प्रक्षोभ सिद्धान्त का उपयोग करके ऊर्जा का व्यंजन प्राप्त कीजिए।

8. (a) The Pauli wave function for electron is expressed in terms of spin-up function ψ, & spin down function ψ_- as.

$$ih\frac{\partial}{\partial t}\begin{pmatrix}\psi_+\\ \psi_-\end{pmatrix}=H\begin{pmatrix}\psi_+\\ \psi_-\end{pmatrix}$$

Deduce the expression for the perturbation in Hamiltonian on account of spin-orbit interaction.

(b) The wave function, $\psi(x,0)=Ne^{-\left(\frac{x^2}{2a}\right)+ik0k}$ is given plot the probability density of it & comment on it.

(a) इलेक्ट्रान के लिए पाली तरंग फलन स्पिन अप तथा स्पिन डाउन ψ के पदों में निम्नवत है-

$$ih\frac{\partial}{\partial t}\begin{pmatrix}\psi_+\\ \psi_-\end{pmatrix}=H\begin{pmatrix}\psi_+\\ \psi_-\end{pmatrix}$$

स्पिन आर्बिट इन्टरेक्शन की वजह से होमिलटोनियन में प्रक्षोभ पद के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(b) दिये गये तरंग फलन $\psi(x,0)=Ne^{-\left(\frac{x^2}{2a}\right)+ik0k}$ के प्रायिकता घनत्व का ग्राफ बनाइये तथा टिप्पणी कीजिए।

9. Attempt any two of the following :
   (a) State and prove Ehrenfast's theorem & give its physical significance.
   (b) Give a brief account of Lamb-Shift.
   (c) Show that eigen-values of Hermitian operator are real & eigen functions corresponding to different eigen values are orthogonal.
   (a) अरनफेस्ट प्रमेय का वक्तव्य दीजिए और इसे सिद्ध कीजिए तथा इसकी भौतिक सार्थकता के बारे में बताइये।
   (b) लैम्ब सिफ्ट का संक्षिप्त विवरण दीजिए।
   (c) दर्शाइये कि हरमिथियन आपरेटर के आइगेन मान वास्तविक होते हैं तथा इन आइगेन मानों पर निर्भर आइगेन फलन आपस में आर्थोगोनल होते हैं।

PHYSICS (SECOND PAPER) - 2018

(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three Hours] [Maximum Marks : 37

Note : Attempt question No. 1. Which is compulsory and carries 7 marks and any other Five questions from the rest which carry 6 marks each. Symbols carry their usual meaning.
प्रश्न संख्या एक अनिवार्य है जो कि सात अंकों का है। शेष प्रश्नों में से किन्हीं पाँच प्रश्नों का उत्तर दें जिसमें प्रत्येक के छः अंक हैं। प्रतीकों के अर्थ सामान्य है।

1. (a) Explain the terms :
   (i) μ space
   (ii) Phase space
   (iii) ensemble
   (iv) ensemble average
   (b) Show that various-3-dimensional lattices can be classified in seven systems. Describe these lattice systems.
   (क) निम्न पदों को स्पष्ट कीजिए।
   (i) μ समष्टि
   (ii) प्रावस्था समष्टि
   (iii) समुदाय
   (iv) समुदाय माध्य

(ख) दर्शाइए कि विभिन्न त्रिविमीय जालक **सात समूहों** में वर्गीकृत की जा सकती है। इन जालक समूहों का वर्णन कीजये।

2. (a) Obtain an expression for the **entropy** of a perfect gas using the concept of canonical ensemble. 3

(b) How are the statistical **entropy** and distribution probability related to each other.

(क) विहित समुदाय विधि द्वारा एक **आदर्श** गैस की एन्ट्रापी के लिये एक व्यंजक स्थापित कीजिए।

(ख) साँख्यकीय एन्ट्रापी तथा वितरण प्रायिकता के मध्य क्या सह सम्बन्ध होता है ?

3. (a) Derive the Fermi-dirac distribution function for half integral spin particles.

(b) When statistics is obeyed by the following and why ?

(i) Photons

(ii) Oxygen gas molecules

(iii) Electrons in ametal wire

(क) अर्द्ध-पूर्णांक प्रचक्रण कणों के लिए फर्मी-डिराक वितरण फलन व्युत्पन्न कीजिए।

(ख) निम्नलिखित द्वारा किस सांख्यिकी का पालन किया जाता है तथा क्यों ?

(i) फोटॉन

(ii) आक्सीजन गैस अणु

(iii) किसी धातु तार में इलेक्ट्रॉन

4. Derive the Bose-Einstein distribution function. Use this to derive the Plank's radiation law. Show that the radiant energy per unit volume is proportional to the fourth power of the absolute temperature T.

बोस आइंसटीन वितरण फलन को व्युत्पन्न कीजिये। इसका उपयोग करके प्लांक के वितरण नियम को व्युत्पन्न कीजिये। दर्शाइये कि विकिरण ऊर्जा प्रति इकाई आयतन परमताप के चतुर्थ घात के अनुक्रमानुपाती होती है।

5. (a) Discuss the various types of symmetry elements and symmetry operations present in the three dimensional lattice. Prove that the five fold axis rotation is not compatible with a lattice.

(b) What do you understand by reciprocal lattice ? Show that the reciprocal lattice of a f.c.c. lattice is a b.c.c. lattice.

(क) त्रिविमीय जालक में उपस्थित सममिती अवयव एवं सममिती क्रिया की विवेचना कीजिए। सिद्ध कीजिये कि किसी जालक में पंचवर्गीय घूर्णन अक्ष नहीं हो सकता।

(ख) व्युत्क्रम जालक से आप क्या समझते हैं ? दर्शाइए कि एक एफ.सी.सी. जालक का व्युत्क्रम जालक एक बी.सी.सी. जालक है।

6. (a) Obtain an expression for the lattice energy of an ionic crystal. What do you understand by Madelung constant ?

(b) The potential energy of a diatomic molecule is given in terms of the interatomic distance f by the expression.

$$U(r)=\frac{-a}{r^m}+\frac{b}{r^n}$$

Derive an expression for the equilibrium spacing of the atoms and hence obtain the dissociation energy.

(क) एक आयनी क्रिस्टल की जालक ऊर्जा का सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए। माडेलुंग नियतांक से आप क्या समझते हैं।

(ख) द्विपरमाण्विक अणु की स्थितिज ऊर्जा अंतर्परमाण्विक दूरी r के पदों में व्यंजक,

$$U(r)=\frac{-a}{r^m}+\frac{b}{r^n}$$

से व्यक्त है। संतुलन में अणुओं की दूरी के लिये व्यंजक तथा इस प्रकार विघटन ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये।

7. (a) What is a Phonon ? Discuss the lattice vibrations of one dimensional monoatomic lattice.

(b) An electric field of 100 v/m is applied to a sample of n-type semiconductor whose Hall coefficient is -0.0125 m^3/Coulomb. Determine the current density in the sample assuming $\mu_n = 0.36 m^2 v^{-1} s^{-1}$

(क) फोनॉन क्या है? एकविम एक परमाण्वीय जालक के जालक कंपनों की व्याख्या कीजिये।

(ख) एक एन-प्रकार के अर्द्धचालक, जिसका हॉल नियतांक ऋणात्मक 0.0125 मीटर^3/कूलाम, पर 100 वोल्ट/मीटर का वैद्युत क्षेत्र लगाया जाता है। इलेक्ट्रानों की सचलता $\mu_a = 0.36$ मीटर^2 वोल्ट$^{-1}$ सेकेन्ड$^{-1}$ पर इस नमूने में धारा घनत्व ज्ञात कीजिये।

8. Discuss the basic facts regarding the specific heat of solids. How have they been explained by Einstein's theory ? Mention the limitations of Einstein's theory and How does it differ from Debye model.

ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा के मूल तथ्यों का वर्णन कीजिए। आइन्स्टाइन के सिद्धान्त से इनकी कैसे व्याख्या की गयी ? आइन्स्टीन सिद्धान्त की कमियाँ इंगित करते हुये इसका डिबाई मॉडल से अन्तर बताइये।

9. Write notes on any two of the following :

(a) Principle of equipartition of energy.

(b) Bloch functions and origin of bands in solids.

(c) Gibb's Paradox

(d) Elastic constants of a cubic Orystal.

निम्नलिखित किन्हीं दो पर संक्षिप्त व्याख्या कीजिए।

(क) ऊर्जा के सम विभाजन का सिद्धान्त

(ख) ब्लॉख फलन एवं ठोसों में बैन्डों की उत्पत्ति

(ग) गिब्स का विरोधाभास

(घ) घन क्रिस्टल के प्रत्यास्थता अचर

PHYSICS (THIRD PAPER) - 2018

(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three Hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer six questions in all, including question No.1 which is compulsory and carries 3 marks. All other questions carry 7 marks each.

प्रश्न संख्या 1 समेत कुल छः प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है तथा इसके 3 अंक हैं। अन्य प्रश्नों में से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. Answer any two of the followir

निम्नलिखित में से किन्हीं दो का उत्तर दीजिये!

(a) What is the importance of NAND Gate ?

(अ) NAND गेट की उपयोगिता बताइये।

(b) Simplify the expression $Y = ACD + \bar{A}BCD$

(ब) बूलियन व्यंजक को सरल बनाइये $Y = ACD + \bar{A}BCD$

(c) State the merit of a Schottky transistor over a BJT.

(स) BJT की तुलना में शॉटकी ट्रांजिस्टर के गुण बताइये।

2. (a) Draw the Logic circuit for BCD Adder.

(अ) BCD ऐडर का लॉजिक परिपथ खींचिये।

(b) A JFET has an I_{DSS} of 9 mA and a $V_{GS(off)}$ of -3V. Find the value of drain current when V_{GS}=-1.5V.

(अ) एक JFET में I_{DSS} का मांन 9 mA, $V_{GS(off)}$ का मान –3V हो तो ड्रेन धारा का मान निकालिये यदि V_{GS}= –1.5V

3. (a) Design an EX-OR circuit using minimum number of NAND and NOR Gates.

(अ) NAND तथा NOR गेटों की न्यूनतम संख्या प्रयोग करते हुये EX-OR परिपथ बनाइये।

(b) In an RTL NOT gate, RC=500 Ω, $V_{CC} = 5volts$. Calculate the base current that just saturates the transistor. Given $V_{CE(SAT)}$=0.1 volt and $h_{fe=}$80.

(ब) एक RTL गेट में R_C=500 Ω, $V_{CC} = 5volts$ है। उस आधार धारा की गणना कीजिये जो ट्रांजिस्टर को नजदीकी संतृप्त कर दे। दिया है $V_{CE(SAT)}$=0.1 वोल्ट और h_{fe}= 80.

4. (a) Explain the construction and working of MOSFET.

(अ) MOSFET की संरचना व क्रियाविधि बताइये।

(b) In a D-MOSFET determine I_{DSS}. Given I_0= 3 mA, V_{GS}= –2V and $V_{GS(off)}$=–10V

(ब) यदि D-MOSFET में I_0= 3 mA, V_{GS}=–2V और $V_{GS(off)}$=–10V हो तो I_{DSS} का मान ज्ञात करें।

5. (a) Obtain an expression for the Photocurrent in a Phototransistor.

(अ) फोटोट्रांजिस्टर में प्रकाश धारा के लिये एक व्यंजक प्राप्त कीजिये।

(b) Explain why is an LED operated under forward bias only.

(ब) समझाइये कि LED को अग्र अभिनत ही क्यों रखा जाता है।

6. (a) Draw the circuit of a C-MOS inverter and explain its working.

(अ) C-MOS इन्वर्टर का परिपथ खींचिये तथा इसकी कार्य प्रणाली समझाइये।

(b) Using theorem of Boolean Algebra, Prove that

$$(A+B),(\overline{A}+C),(B+C)=(A+B),(\overline{A}+C)$$

(ब) बूलियन बीजगणित के प्रमेयों का प्रयोग करते हुये सिद्ध कीजिये-

$$(A+B),(\overline{A}+C),(B+C)=(A+B),(\overline{A}+C)$$

7. (a) Compare the characteristics of the RTL, DTL and TTL Logic families.

(अ) RTL, DTL तथा TTL लॉजिक परिवारों के लाक्षणिकों की तुलना कीजिये।

(b) Discuss the steps involved in the fabrication of an IC.

(ब) IC के निर्माण के विभिन्न चरणों की विवेचन कीजिये।

8. (a) Write down the truth table of a half adder and design its Logic circuit.

(अ) एक हाफ ऐडर की सत्यता सारणी लिखिये तथा लॉजिक परिपथ भी बनाइये।

(b) Why is Photodiode operated under reverse bias only ? Calculate the maximum energy band gap for photodiode material so that light of wavelength 5000 $\overset{0}{A}$ can produce a photo current.

(ब) फोटोडायोड को केवल विपरीत बायस में ही क्यों इस्तेमाल करते हैं ? फोटोडायोड के पदार्थ के ऊर्जा बैंड अन्तराल के उस अधिकतम मान की गणना कीजिये ताकि 5000 $\overset{0}{A}$ तरंगदैर्ध्य की प्रकाश धारा उत्पन्न कर सके।

9. Write short notes on any two of the following :

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये।

(a) Ebers Moll Model

एबर्स मोल मॉडल

(b) Solar Cell

सोलर सेल

(c) Multiplexer

मल्टीप्लेक्सर

PHYSICS (FOURTH PAPER) - 2018

(*Electromagnetic Theory, Laser, Holography and Optical Instruments*)

Time : Three Hours] [Maximum Marks : 38

Note : Answer question No. 1 which is compulsory and carries 3 marks. In addition answer any five questions, each of which carries 7 marks.

प्रश्न संख्या 1 का उत्तर दीजिये जो अनिवार्य है तथा 3 अंकों का है। इसके अतिरिक्त किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजए जिनमें से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. Attempt any two of the followings :

(a) What is threshold population inversion.

(b) A relative population or Boltzmann population ratio of the two energy states at room temperature (T=300K) is 1/e. Determine the wavelength of the rediation emitted at this temperature.

(c) Explain spectrum, spectroscope, spectrograph, spectrometer and spectrophotometer.

निम्नलिखित में किसी दो का उत्तर दीजिए।

(अ) 'देहली आवृत्ति जनसंख्या उत्क्रमण' क्या है।

(ब) कमरे के तापमान (T=300K) पर,दो ऊर्जा स्तरों की सापेक्ष जनसंख्या या वोल्टमान जनसंख्या अनुपात का मान 1/e है। इस तापमान पर उत्सर्जित होने वाली विकिरण के तरंगदैर्ध्य का मान ज्ञात कीजिए।

(स) स्पेक्ट्रम, स्पेक्ट्रोग्राफ, स्पेक्ट्रोस्कोप, स्पेक्ट्रोमीटर व स्पेक्ट्रोफोटोमीटर को स्पष्ट कीजिए।

(a) Write down the wave equation for the electromagnetic wave propagating in a good conductor and derive an expression for the skin depth in the conductor.

(b) Calculate skin depth for an electromagnetic wave of frequency 100MHz in Copper (permeability = $4\pi \times 10^{-7}$ henry/m and conductivity=6×10^7 mho/m).

(अ) किसी अच्छे चालक में प्रवाहित होने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगों के लिए तरंग समीकरण लिखिये तथा चालक में त्वचा गहराई के लिए व्यंजक का निगम कीजिए।

(ब) 100MHz आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिये तांबे में त्वचा गहराई की गणना कीजिये। (चुम्बकशीलता =$4\pi \times 10^{-7}$ हेनरी/मी. तथा चालकता =6×10^7 म्हो/मी.)

3. Obtain the general boundary conditions that must be satisfied at the interface when an electromagnetic wave passes from one medium into another medium. Use these to derive Snell's law.

जब कोई विद्युत चुम्बकीय तरंग एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है तो वे परिसीमा प्रतिबन्ध प्राप्त कीजिए जो माध्यमों के बीच के तल पर सन्तुष्ट होने चाहिए। इनका उपयोग करके स्नेल नियम का निगमन कीजिए।

4. State and prove Poynting theorem. Hence calculate the rms values of electric and magnetic fields for a linearly polarised He-Ne laser of 1350 W/m^2.

प्वाइन्टिंग प्रमेय को लिखिए और सिद्ध कीजिए। इसके लिए 1350W/m^2 वाले रैखिक ध्रुवीय He-Ne लेजर के विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्रों का वर्ग माध्यम मान प्राप्त कीजिए।

5. (a) Define holography, Distinguish between holography and photography by writing at least five points.

(b) How is white-light reflection hologram made ?

(c) Discuss thick hologram and its use.

(अ) होलोग्राफी को परिभाषित कीजिए। होलोग्राफी और फोटोग्राफी के मध्य पांच बिन्दुओं को लिखकर विभेद कीजिए।

(ब) श्वेत प्रकाश परावर्तन होलोग्राम कैसे बनाया जाता है।

(स) मोटे होलोग्राम तथा उसके उपयोग की विवेचना कीजिए।

6. What are infrared radiation. Give the construction and working of spectrographs for studying infraredspectra. Discuss the properties and applications of infrared rays.

अवरक्त विकिरण क्या है। अवरक्त विकिरणों के स्पेक्ट्रम अध्ययन हेतु स्पेक्ट्रोग्राफ की संरचना तथा कार्यविधि का वर्णन कीजिए। अवरक्त विकिरणों के गुणों तथा प्रयोगों का उल्लेख कीजिए।

7. (a) Describe the construction and working of a Fabri-Perot interferometer and deduce an expression for intensity distribution in the fringes.

(b) Two F.P. interferometers have equal plate separation but the coefficient of intensity reflection are 0.80 and 0.90 Deduce the relative width of the maxima in two cases.

(अ) फेब्री-पेराट व्यतिकरणमापी की संरचना और कार्यविधि का वर्णन कीजिए तथा फ्रिन्जेज में तीव्रता आवंटन का व्यंजक उत्पन्न कीजिए।

(ब) दो भिन्न परावर्तन तीव्रता गुणांक 0.80 और 0.90 तथा समान अलगाव के फेब्रीपेराट व्यतिकरणमापी है। इन दोनों के लिए महत्तम तीव्रता की सापेक्ष चौड़ाई की गणना कीजिए।

8. (a) Explain the concept of Coherence. Discuss temporal and spatial coherence. Illustrate them with the help of suitable experiment.

(b) If a light of λ=660nm has wave trains 20λ long, what is its (i) Coherence length (ii) Coherence time.

(अ) कला संबद्धता की संकल्पना को समझायें। समयाधीन कला संबद्धता तथा स्थानीय कला संबद्धता का वर्णन कीजिए। समुचित प्रयोगों द्वारा इनको दर्शाइये।

(ब) यदि 660 नैनोमीटर तरंगदैर्ध्य के प्रकाश की तरंग ट्रेन 20λ हो, तो इसके (i) कोहरेन्ट लम्बाई (ii) कोहरेन्ट समय/ का मान ज्ञात कीजिए।

9. Attempt any two of the followings :

(a) Write the formula for the resolving power of the LG plate graving incidence condition. Calculate the resolving power of LG plate of length 10 cm having refractive index 1.35 when light of wavelength 5000 $\mathring{A}$ falls on it.

(b) Write the Laplace equation in Cartesian coordinate, polar coordinate and spherical polar coordinates and give its importance.

(c) Describe continous, line and band spectrum.

निम्नांकित में किन्हीं दो के उत्तर दीजिए :

(अ) स्पर्शवत आपतन कोण स्थिति में किसी LG प्लेट की विभेदन क्षमता का सूत्र लिखिए। 10 सेमी लम्बाई एवं 1.35 अपवर्तनांक वाली LG प्लेट की विभेदन क्षमता की गणना कीजिए जब उस पर 5000 $\mathring{A}$ तरंगदैर्ध्य का प्रकाश पड़ रहा हो।

(ब) लाप्लास समीकरण को कार्टीसियन, ध्रुवीय तथा गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक के रूप में लिखिए तथा इसकी महत्ता का वर्णन कीजिए।

(स) सतत, रेखीय तथा बैण्ड (चौड़ा) स्पेक्ट्रम का वर्णन कीजिए।

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

Three-year Degree Course

PHYSICS

FIRST PAPER

(Quantum Mechanics)

Time : Three Hours] **[Maximum Marks : 3**

Note : Answer question **no. 1** which is **compulsory** and any other five questions. Q. No. 1 carries 2 marks and other remaining are of 7 marks each. Symbols have their usual meaning.

प्रश्न संख्या 1 **अनिवार्य** है तथा इसके अतिरिक्त पाँच अन्य प्रश्नों का उत्तर दीजिए। प्रश्न संख्या 1, 2 अंक का है और शेष अन्य में से प्रत्येक 7 अंकों का है। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं।

1. $\psi(x)$ and $\psi(-x)$ are two degenerate independent solutions of Schrödinger equation for symmetric potential $V(x) = V(-x)$. Find the appropriate linear combinations of these two solutions such that those are symmetric and antisymmetric functions of x. [2]

सममिति विभव $V(x) = V(-x)$ के लिये $\psi(x)$ तथा $\psi(-x)$ श्रोडिंजर समीकरण के दो भिन्न अपभ्रष्ट हल हैं। इन दो हलों के उचित एक रेखीय संयोजन प्राप्त कीजिए। जो कि x के सममिति तथा प्रतिसममिति फलन हों।

2. The wave function of a particle moving freely inside an infinite potential well of length a is given as :

$$\psi(x) = \frac{A}{\sqrt{2}}\phi_1(x) + \sqrt{\frac{3}{10}}\phi_3(x) + \frac{1}{\sqrt{10}}\phi_5(x)$$

Where $\phi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}}\sin\left(\frac{n\,\pi\,x}{a}\right)$ and mass of particle is m.

(a) Find A such that $\psi(x)$ gets normalized.

(b) If measurements of the energy are carried out, what are the values that will be found and what are the corresponding probabilities ?

(c) Calculate the average energy. [2+3+2=7]

लम्बाई a के अनन्त विभव कूप के अन्दर स्वतंत्र घूमते हुये कण का दिया गया तरंग फलन निम्न है

$$\psi(x)=\frac{A}{\sqrt{2}}\phi_1(x)+\sqrt{\frac{3}{10}}\phi_3(x)+\frac{1}{\sqrt{10}}\phi_5(x)$$

जहाँ $\phi_n(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$ है तथा कण का द्रव्यमान m है।

(a) A का मान प्राप्त कीजिये जिससे कि $\psi(x)$ नार्मलीकृत हो जाये।

(b) मापन करने पर ऊर्जा के क्या मान प्राप्त होंगे और उन मानों की प्रायिकता क्या होगी ?

(c) औसत ऊर्जा की गणना कीजिए।

3. A particle of mass m is moving in a one-dimensional potential well of finite depth defined as

$$V(x)=0 \text{ for } \frac{-a}{2}<x<\frac{a}{2}$$

$$=V_0 \text{ for } |x|>\frac{a}{2}$$

Find the solution of Schrodinger equation when $E < V_0$ by graphical method. Obtain the energy eigen values and symmetric, antisymmetric eigen functions. Give the plot of one symmetric and one antisymmetric eigen function. [7]

m द्रव्यमान का एक कण स्वतंत्रता पूर्वक सीमित गहराई वाले एक विमीय विभव कूप में घूम रहा है। विभव कूप की परिभाषा निम्नवत् है।

$$V(x)=0 \text{ जब } \frac{-a}{2}<x<\frac{a}{2}$$

$$=V_0 \text{ जब } |x|>\frac{a}{2}$$

$E<V_0$ के लिये श्रोडिंजर समीकरण का हल ग्राफिकल तरीके से प्राप्त कीजिये। ऊर्जा आइगेन मानों तथा सममिति व प्रति सममिति आइगेन फलनों को प्राप्त कीजिए। एक सममिति और एक प्रतिसममिति आइगेन फलन का ग्राफ दीजिए।

4. (a) Using recurrence relation between Hermite polynomials, find the higher order Hermite polynomials $H_2(y)$, $H_3(y)$ and $H_4(y)$ when $H_0(y) = 1$ and $H_1(y) = 2y$.

The solution of Schrödinger equation for one dimensional harmonic oscillator is written as :

$\psi_n(x) = N_n H_n(y) e^{\frac{-y^2}{2}}$ where y = r x and n = 0, 1, 2, 3.....

Find the Normalization Constant N_n.

Plot the wave functions $\psi_0(x)$, $\psi_1(x)$ and $\psi_2(x)$ and discuss their parity. [5]

जब $H_0(y) = 1$ तथा $H_1(y) = 2y$ हर्माइट बहुपदियों के बीच रिकरेन्स सम्बन्ध का प्रयोग कर उच्च आर्डर के हर्माइट बहुपदियों $H_2(y)$, $H_3(y)$ तथा $H_4(y)$ को प्राप्त कीजिए।

एक विमीय आवर्ती दोलक के लिये श्रोडिंजर समीकरण का हल निम्नवत् है :

$\psi_n(x) = N_n H_n(y) e^{\frac{-y^2}{2}}$, जहाँ y = r x, n = 0, 1, 2, 3.....

नार्मलाइजेशन स्थिरांक N_n का मान प्राप्त कीजिए $\psi_0(x)$, $\psi_1(x)$ तथा $\psi_2(x)$ का ग्राफ खींचिए तथा इन तरंग फलनों की पैरिटी की विवेचना कीजिए।

(b) Using the uncertainty principle, show that the lowest zero point energy of harmonic oscillator is $\frac{\hbar\omega}{2}$. [2]

अनिश्चिता के सिद्धान्त का उपयोग कर यह दर्शाइये कि सरल आवर्ती दोलक की न्यूनतम शून्य बिन्दु ऊर्जा का मान $\frac{\hbar\omega}{2}$ होता है।

5. (a) Define L_+ and L_- and prove that :

L_+ तथा L_- की परिभाषा देते हुये सिद्ध कीजिए कि :

(i) $[L_+, L_-] = 2\hbar L_z$

(ii) $[L_z, L_-] = -\hbar L_-$

(iii) $L^2 = \frac{1}{2}(L_+L_- + L_-L_+) + L_z^2$

(b) Prove that :
सिद्ध कीजिए कि :

(i) $[p_x, L_z] = -i\hbar p_y$

(ii) $[L_z, x] = i\hbar y$ [4+3=7]

6. (a) The ground state of hydrogen atom is given as :

$$\psi_{1,0,0}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \exp\left(\frac{-r}{a_0}\right)$$ Find

Find the probability distribution function for the ground state. Find the position r at which probability of finding the electron will be maximum. [2½]

हाइड्रोजन परमाणु की तलीय अवस्था निम्न है :

$$\psi_{1,0,0}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \exp\left(\frac{-r}{a_0}\right)$$

तलीय अवस्था के लिये प्रायिकता वितरण फलन प्राप्त कीजिए। उस स्थान r का मान निकालिये जहाँ इलेक्ट्रान के पाये जाने की प्रायिकता अधिकतम होगी।

(b) Find the eigen values of the operators $\vec{L}^2$ and L_z, for the following states : [2]
निम्नलिखित अवस्थाओं के लिये आपरेटर $\vec{L}^2$ तथा L_z के आइगेन मान प्राप्त कीजिए :

(i) $Y_{2,1}(\theta, \phi)$ (ii) $Y_{3,-2}(\theta, \phi)$

(c) The angular part of the wave function is described by the following equation :

$$\psi(\theta, \phi) = \frac{1}{2}\left[Y_{1,1} + Y_{1,-1} + \sqrt{2}Y_{1,0}\right]$$

If we make a measurement of L_z, what values will we obtain and with what probabilities ? [2½]

तरंग फलन का कोणीय भाग निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिया गया है :

$$\psi(\theta, \phi) = \frac{1}{2}\left[Y_{1,1} + Y_{1,-1} + \sqrt{2}Y_{1,0}\right]$$

यदि हम L_z का मापन करें तो हम कौन–से मान प्राप्त करेंगे तथा उन मानों की प्रायिकता क्या होगी ?

7. (a) Explain the concept of Exchange degeneracy. [2½]
विनिमय अपभ्रष्टता के सिद्धान्त को समझाइये।

(b) Discuss how the exchange degeneracy is broken for the excited state of Helium atom. Explain the role played by exchange integral and discuss why parahelium energy is higher than that of orthohelium. [4½]
विवेचना कीजिए कि हीलियम परमाणु की उत्तेजित अवस्था में विनिमय अपभ्रष्टता किस प्रकार खंडित होती है। विनिमय समाकल के अवदान को समझाइये तथा यह बताइये कि पैराहीलियम की ऊर्जा आर्थोहीलियम से अधिक क्यों होती है।

8. (a) For Pauli matrices, evaluate the following : [3]
पाउली आव्यूहों के लिये निम्नलिखित की गणना कीजिये :

(i) $\left(\sigma_x\sigma_y - \sigma_y\sigma_x\right)$

(ii) $\left(\sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_x\right)$

(b) Show that : [2]
दर्शाइये कि :

$$\left(\vec{\sigma}.\vec{A}\right)\left(\vec{\sigma}.\vec{B}\right) = \vec{A}.\vec{B} + i\vec{\sigma}.\left(\vec{A}\times\vec{B}\right)$$

(c) Obtain the first order energy correction for the ground state of harmonic oscillator when it is perturbed by the potential $H' = bX^3$. [2]
आवर्ती दोलक की तलीय अवस्था में प्रथम कोटि ऊर्जा परिवर्तन की गणना कीजिए जबकि आवर्ती दोलक $H' = bX^3$ विभव ऊर्जा द्वारा प्रक्षोभित होता है।

9. Attempt **any two** of the following : [3½+3½=7]
निम्नलिखित में से **किन्हीं दो** का उत्तर दीजिए :

(a) Write a note on continuity equation for the Schrodinger equation.
श्रोडिंजर समीकरण के लिये सातत्यता समीकरण पर एक टिप्पणी कीजिए।

(b) 'Explain the phenomenon of quantum mechanical tunneling. Give experimental examples.
क्वांटम यांत्रिकीय पारगमन की प्रक्रिया को समझाइये। प्रायोगिक उदाहरण दीजिए।

(c) Write a note on Spin-Orbit Coupling.
स्पिन–आर्बिट युग्मन पर टिप्पणी कीजिए।

PHYSICS (Second Paper) - 2019
(Statistical Mechanics and Solid State Physics)

Time : Three Hours] **[Maximum Marks : 37**

Note : Attempt question **No. 1,** which is **compulsory** and carries **7** marks **and any other five** questions from the rest which carry **6** marks each. Symbols have their usual meanings.
प्रश्न संख्या 1 अनिवार्य है जो **7** अंकों का है। शेष प्रश्नों में से **किन्हीं** पाँच **प्रश्नों का उत्तर दीजिए।** शेष प्रत्येक प्रश्न **6** अंकों का है। प्रतीकों के सामान्य **अर्थ हैं।**

1. (a) State the advantages of choosing the phase space to be spanned by the configuration co-ordinates and the corresponding canonically conjugate momenta. particle of unit mass is executing simple harmonic motion. Determine its trajectory in the phase space.
कला–आकाश को विन्यास निर्देशांकों तथा संगत विहित संयुग्मी संवेगों के पदों में व्यक्त करने के लाभ स्पष्ट कीजिये। एकांक द्रव्यमान का कोई कण सरल आवर्त गति कर रहा है। उसके कला–आकाश में प्रक्षेप–पथ का निर्धारण कीजिये।

(b) What are Miller indices ? Draw (101) and (111) planes in a cubic unit cell.

मिलर सूचक क्या हैं ? किसी घनीय एकांक कोष्ठिका में (101) तथा (111) समतलों को खींचिये।

2. (a) What is partition function? What information about a system may be obtained from its partition funtion ?
संवितरण फलन क्या है ? किस। निकाय के बारे में इसके संवितरण फलन द्वारा क्या सूचना प्राप्त की जा सकती है ?

(b) Distinguish among a cononical, a microcanonical and a grand canonical ensemble.
एक विहित समुदाय, एक सूक्ष्म विहित समुदाय तथा एक वृहत विहित समुदाय में विभेदन कीजिये।

3. (a) Using the grand partition function derive the Bose-Einstein (BE) distribution function.
महाविभाजन फलन का उपयोग करके बोस–आइन्सटाईन (BE) वितरण प्राप्त कीजिये।

(b) Find the number of states for photons with momenta between p and p+dp. Obtain the Planck's distribution for a system of photons. Show how this distribution can be derived from the BE distribution directly.
p व p+dp के मध्य संवेग वाले फोटानों के लिये अवस्थाओं की संख्या प्राप्त कीजिये। फोटानों के तंत्र के लिये प्लांक वितरण प्राप्त कीजिये। यह दिखाइये कि यह वितरण BE वितरण से कैसे सीधे व्युत्पन्न हो सकता है।

4. (a) Show that the classical definition of entropy $\sigma = \log \frac{\Delta I^-}{h^f}$ leads to Gibb's paradox. How can this paradox be resolved ?
यह दिखाइये कि एन्ट्रॉपी की चिरसम्मत परिभाषा से $\sigma = \log \frac{\Delta I^-}{h^f}$ से गिब्स का विरोधाभास मिलता है। विरोधाभास का निराकरण कैसे होता है ?

(b) Derive the principle of equipartition of energy. Show that the thermal energy of a system consisting of N independent harmonic oscillators is equal to 3NKT.

ऊर्जा के सम–समवितरण नियम को व्युत्पन्न कीजिये। यदि एक निकाय में N स्वतन्त्र आवर्ती दोलक हों तो दर्शाइए कि ऊष्मीय ऊर्जा का मान 3NKT होगा।

5. (a) Explain the term 'Crystal Lattice' as applied to crystals. For a face centred cubic lattice, calculate the volume of the primitive cell and the number of nearest neighbours.
क्रिस्टलों में उपयोग क्रिस्टल जालक पद की व्याख्या कीजिए। किसी फलक–केन्द्रित घनीय जालक के लिये आद्य कोष्ठिका का आयतन एवं निकटतम बिंदुओं का परिकलन कीजिये।

(b) What is reciprocal Lattice ? Show that the reciprocal Lattice of a f.c.c. Lattice is a b.c.c Lattice.
व्युत्क्रम जालक क्या है ? दर्शाइये कि एक एफ०सी०सी० जालक का व्युत्क्रम जालक एक बी०सी०सी० जालक होता है।

6. (b) How does the molecular binding differ from the ionic binding in crystals ? Evaluate the Madelung constant for a linear ionic crystal.
क्रिस्टलों में आयनिक बंधनता की आण्विक बंधनता से भिन्नता कैसे है ? किसी रेखीय आयनिक क्रिस्टल के लिये मैडलंग नियतांक का मानांकन कीजिये।

(b) Discuss the Einstein's theory of specific heat capacity of solids.
ठोसों की विशिष्ट ऊष्माधारिता के आइन्सटाईन सिद्धान्त की विवेचना कीजिए।

7. (a) Obtain the dispersion relation in the case of a monoatomic linear lattice.
किसी एक परमाणुक रेखीय जालक के लिये विक्षेपण सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए।

(b) Explain Bragg's law for x-ray diffraction in crystals.
क्रिस्टल में एक्स–किरण विवर्तन के ब्रैग नियम की व्याख्या कीजिये।

8. (a) Give an elementary theory of Hall effect Explain how the measurement of Hall coefficient helps one to determine the mobility of electrons in metals.

हॉल प्रभाव के अवयवी सिद्धान्त को दीजिये। धातुओं में इलेक्ट्रॉनों की चलनशीलता को ज्ञात करने के लिये हॉल गुणांक का मापन कैसे सहायक है ? व्याख्या कीजिए।

(b) What are Bloch functions ? Explain the origin of allowed and forbidden bands for electrons in solids.
ब्लॉच फलन क्या होते हैं ? ठोसों में इलेक्ट्रॉनों के लिये अनुमत तथा वर्जित बैण्डों की उत्पत्ति समझाइये।

9. Write short notes on **any two** of the following :
निम्नलिखित **किन्हीं दो** पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये :

(a) Fermi energy
फर्मी ऊर्जा

(b) Effective mass
प्रभावी द्रव्यमान

(c) Liouville's theorem
लिउविल प्रमेय

(d) Black body radiation
कृष्णिका विकिरण

PHYSICS (Third Paper) - 2019
(Basic Digital Electronics and Photonic Devices)

Time : Three Hours] **[Maximum Marks : 38**

Note : Answer **six** questions in all, including quesiton **no. 1.** Which is **compulsory** and carries **3** marks. All other questions carry **7** marks each.
प्रश्न संख्या 1 समेत कुल **6** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्न **संख्या 1 अनिवार्य** है तथा इसके **3** अंक हैं। अन्य प्रश्नों में से प्रत्येक **7** अंकों का है।

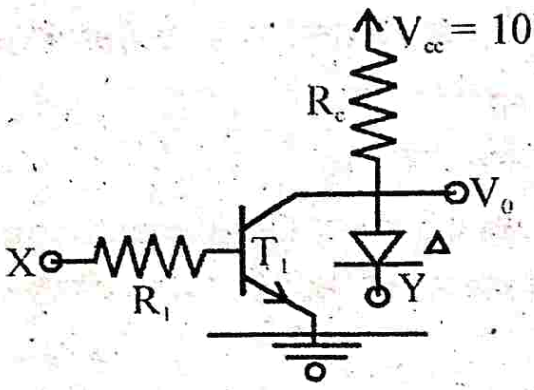
1. Answer **any two** of the following :
निम्नलिखित में से **किन्हीं दो** का उत्तर दीजिए :

(a) Write the following Boolean expression in standard form :
निम्नलिखित बुलियन व्यंजक को मानक रूप में व्यक्त कीजिए :
$Y = A + BC + ABC$

(b) When 2V is applied to Syska LED, it draws 100 mA current and produces 2 mW of optical power, calculate the efficiency of LED.
जब सिस्का एलईडी पर 2 वोल्ट विभव लगाया जाता है तो वह 100 मिमी एम्पियर धारा लेता है और 2 मिलीवाट प्रकाश शक्ति उत्पन्न करता है। एलईडी की दक्षता का गणना कीजिए।

(c) The expression for carrier concentration & conductivity in semi-conductor are given as $n = n_0 e^{-Eg/2KT}$ and $\sigma = e\mu n$ respectively. Find the ratio of expression for conductivities temperature T_1 & T_2 in extrinsic semiconductor.
अर्द्धचालक में चालक सान्द्रता तथा चालकता का व्यंजक क्रमशः $n = n_0 e^{-Eg/2KT}$ तथा $\sigma = e\mu n$ दिया है। तापमान T_1 तथा T_2 पर चालकताओं का अनुपात वाह्य अर्द्धचालक में प्राप्त कीजिए।

2. (a) In a given circuit, the transistor T_1 has negligible collector-to-emitter saturation voltage and the diode drops negligible voltage across it under forward bias. If V_{cc} is +5 Volt, X & Y are digital signals as 0 & 1, then what will be Boolean expression (table) for output Z ?
दिये गये परिपथ में ट्रांजिस्टर T_1 के पास नगण्य संग्राहक–उत्सर्जक संतृप्त विभव तथा अग्रविन्यास में डायोड के पतन नगण्य है। यदि V_{cc}, 5 वोल्ट का हो तथा 0 और 1 डिजिटल संकेत X तथा Y है तब बुलियन व्यंजक (सारणी) वाह्य में क्या Z होगा।



(b) The source of a silicon ($n_i = 10^{10}$ per cm^3) in N-channel MOSFET has an area $1 \mu m^2$ & depth $1 \mu m$. Calculate the holes in the source region in the given volume if the dopant density in the source is 10^{19} per cm^3.

सिलिकन स्रोत के N-चैनल मास्फेट ($n_i = 10^{10}$ प्रति सेमी०^3) के 1 क्षेत्रफल माइक्रो मी०^2 तथा गहराई 1 माइक्रो मी० है। दिये गये आयतन में होल की गणना कीजिए यदि डोपेड घनत्व स्रोत में 10^{19} प्रति सेमी०^3

3. (a) Draw N-channel FET circuit with complete components and obtain the expression for the charge in the drain current. Show that $\mu = gm * \gamma_d$ where the symbols have their usual meaning.

N-चैनल फेट परिपथ को सम्पूर्ण घटक के साथ चित्रित कीजिए तथा ड्रेन धारा के परिवर्तन के लिये व्यंजक प्राप्त कीजिए। दिखाइये कि $\mu = gm * \gamma_d$ जहाँ संकेत अपने सामान्य अर्थों में प्रयुक्त हैं।

(b) Find out the outputs in N-channel FET for the different inputs as $V_{GS} = 0V$ & $V_{GS} = -3.5V$ when $V_{DD} = 9V$, $R_D = 36k\Omega$ and $I_D = 211\mu A$.

अलग इनपुटों जैसे $V_{GS} = 0V$ तथा $V_{GS} = -3.5V$ के लिये N-चैनल फेट का आउटपुट ज्ञात कीजिए जब $V_{DD} = 9V$, $R_D = 36k\Omega$ और $I_D = 211\mu A$.

4. (a) Define the terms fanout, figure of merit, noise margin & speed of operation. Draw the RTL-NOT gate and explain the truth table the gate.

फैनआउट, फिग आफ मेरिट, ध्वनि मारजिन तथा संचान की गति को परिभाषित कीजिए। आरटीएल–नाट गेट का परिपथ बनाइये तथा उसके सत्य सारणी को व्याख्यायित कीजिए।

(b) In a DTL-NAND gate circuit, it is given as the $(V_{BE})_{sat} = 0.8$ V & $(V_{CE})_{sat} = 0.2$ V. Calculate the value of h_{FE} for $V_{cc} = 5$ V, $R_C = 2.2k\Omega$, $R = 5k\Omega$ so that their circuit DTL behave like NAND gate.

डीटीएल–नैन्ड गेट परिपथ में $(V_{BE})_{sat} = 0.8$ वोल्ट तथा $(V_{CE})_{sat} = 0.2$ वोल्ट दिया है। h_{FE} का गणना कीजिए, $V_{cc} = 5$ वोल्ट $R_C = 2.2$ किलो ओम, $R = 5$ किलो ओम के लिये जबकि डीटीएल नैन्ड जैसा व्यवहार करता है।

5 (a) What do you mean by the microfabrication process ? Enumerate the various techniques involved in the fabrication process.
माइक्रोफेब्रिकेशन प्रक्रिया से आप क्या समझते हैं ? विभिन्न सम्मिलित तकनीकों को फेब्रिकेशन में प्रयुक्त होने का उल्लेख कीजिए।

(b) What do you mean by process flow ? Discuss it for the fabrication of FET for source & drain fabrication.
प्रक्रिया प्रवाह से आप क्या समझते हैं ? फेट फेब्रिकेशन में इसे स्रोत तथा ड्रेन फेब्रिकेशन के संदर्भ में चर्चा कीजिए।

6. (a) Explain the minterm and maxterm for the logic expressions with the help of the various type of gates.
लॉजिक व्यंजन में मिनटर्म तथा मैक्सटर्म को विभिन्न गेटों की सहायता से व्यक्त कीजिए।

(b) Obtain the output expression for the given Karnaugh map :
दिये गये कार्नो मैप में वाह्यं व्यंजक प्राप्त कीजिए :

A \ BC	$\bar{B}\bar{C}$	$\bar{B}C$	BC	$B\bar{C}$
$\bar{A}$	0	0	1	1
A	0	1	1	0

7. What is the early effect & explain how it is important in the fabrication of the transistor ? Using Eber-Moll equation, the expression for V_{CE} in CE-output characteristics is expressed as :

$$V_{CE} = V_T L_n \left[\frac{\frac{I_C}{I_B} \cdot \frac{1}{B_I} \cdot \frac{1}{\alpha_I}}{1 - \frac{I_C}{I_B} \times \frac{1}{\beta_N}} \right]$$

Find out the value of V_{CE} for $\alpha_N = 0.98$ $\alpha_I = 0.1$ and $\left(\frac{I_C}{I_B}\right)$ are 0, 0.9 β_N & 1 β_N.

अर्ली प्रभाव क्या है तथा यह ट्रांजिस्टर फेब्रिकशन में कैसे महत्वपूर्ण है समझाइये। इवर–मोल समीकरण का प्रयोग करके V_{CE} का व्यंजक CE-वाह्य अभिलाक्षणिक में दिया है :

$$V_{CE} = V_T L_n \left[\frac{\frac{I_C}{I_B} \cdot \frac{1}{B_I} \cdot \frac{1}{\alpha_I}}{1 - \frac{I_C}{I_B} \times \frac{1}{\beta_N}} \right]$$

$\alpha_N = 0.98$ तथा $\alpha_I = 0.1$ और $\left(\frac{I_C}{I_B}\right)$ के 0, 0.9 β_N और 1 β_N के लिये V_{CE} का मान प्राप्त कीजिए।

8. What is the combination logic circuit ? Draw the circuit & truth tables of half & full subtractor logic and explain its working.

कम्बीनेशन लॉजिक परिपथ क्या है ? अर्ध तथा पूर्ण घटना लॉजिक का परिपथ तथा सत्य सारणी बनाइये और इसकी कार्यविधि को व्याख्यायित कीजिए।

9. Write short notes on **any two** of the following :

निम्नलिखित में से **किन्हीं दो** पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(a) Metal-semiconduction junction & its applications.

धातु–अर्धचालक संधि तथा इसके अनुप्रयोग

(b) Storage and transition capacitances

संग्राहक तथा ट्रान्सिशन संधारित्र

(c) Photodiodes & Photo transistor

फोटोडायोट तथा फोटो ट्रान्सिस्टर

PHYSICS (Fourth Paper) - 2019

(Electromagnetic Theory, Laser, Holography and Optical Instruments)

Time : Three Hours] **[Maximum Marks : 38**

Note : Answer **Question No. 1**, which is **compulsory** and carries 3 marks. In addition, answer **any other five** questions, each of which carries 7 marks.

प्रश्न संख्या **एक** का उत्तर दीजिए जो **अनिवार्य** है तथा 3 अंकों का है। इसके अतिरिक्त **किन्हीं पाँच** प्रश्नों के उत्तर दीजिए जिनमें से प्रत्येक 7 अंकों का है।

1. (a) Define 'finesse' of the fringe pattern. Calculate its value for a FP interferometer coated with a material of the reflection coefficient 0.4.

किसी फ्रिन्ज पैटर्न के लिए 'फाइनसी' को परिभाषित कीजिए। फेब्री–पेराट व्यतिकरणमापी के लिए इसकी गणना कीजिए जिसको 0.4 परावर्तन गुणांक से लेपित किया गया है।

(b) What is the difference between resolving power and chromatic resolving power of an optical instrument ?

किसी प्रकाशिक यंत्र की विभेदन क्षमता एवं वर्णक विभेदन क्षमता में क्या अंतर है ?

(c) Calculate the number of reflection in FP interferometer if the reflection coefficient is 0.5.

किसी फेब्री–पेराट व्यतिकरणमापी के लिए परावर्तन संख्या की गणना कीजिए यदि परावर्तन गुणांक 0.5 है।

2. (a) Obtain solution of Laplace's equation in Cartesian co-ordinates.

कार्टेसियन निर्देशांक में लाप्लास समीकरण का हल निकालिए।

(b) A grounded conducting sphere of radius a is placed in a uniform electric field E_0. Find the potential at any point (r, θ), $r > a$ using Laplace's equation in spherical polar co-ordinates.

a त्रिज्या का भूमित संचालक गोला समान वैद्युत् क्षेत्र E_0 में रखा जाता है। गोलीय निर्देशांक में लाप्लास समीकरण का उपयोग करते हुए किसी बिन्दु (r, θ), $r > a$ पर विभव निकालिए।

3. (a) Discuss plane wave solution of Maxwell's equations in a dielectric. How does it change in a plasma ?

डाईइलेक्ट्रिक में मैक्सवेल के समीकरणों के समतल तरंग हल की विवेचना कीजिए। प्लाज्मा में यह किस प्रकार बदलता है ?

(b) Find the skin depth at a frequency of 10 GHz in copper where $\sigma = 5.8 \times 10^7 \text{s/m}$, $\mu = \mu_0$ and $\epsilon = \epsilon_0$ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{12} \text{F/m}$).

तांबे में 10 GHz की आवृत्ति पर त्वचा गहराई ज्ञात कीजिए जहाँ $\alpha = 5.8 \times 10^7 \text{s/m}$, $\mu = \mu_0$ और $\epsilon = \epsilon_0$ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{12} \text{F/m}$).

4. (a) State Poynting's theorem and calculate Poynting's vector for a uniform plane wave.

प्वायण्टिंग प्रमेय बताइए तथा एकसमान समतल तरंग के लिए प्वायण्टिंग सदिश ज्ञात कीजिए।

(b) Show that quadrupole interaction energy, $u = -\frac{1}{6} E'_{\alpha\beta}(o) D_{\alpha\beta}$, where $D_{\alpha\beta}$ is the quadrupole moment of a charge distribution and $E'_{\alpha\beta}(o)$ is the field gradient at the centre of $D_{\alpha\beta}$.

दर्शाइए कि चतुर्ध्रुव अन्योन्य ऊर्जा, $u = -\frac{1}{6} E'_{\alpha\beta}(o) D_{\alpha\beta}$, जहाँ $D_{\alpha\beta}$ विद्युत् आवेश वितरण में चतुर्ध्रुव घूर्ण है और $E'_{\alpha\beta}(o)$ $D_{\alpha\beta}$ के केन्द्र पर क्षेत्र प्रवणता है।

5. Obtain Fresnel formulae for electromagnetic waves polarized parallel to the plane of incidence and discuss transmitted fields and energy flow for total internal reflection.

आयतन समतल में ध्रुवित विद्युत–चुम्बकीय तरंगों के लिए फ्रेनेल सूत्र प्राप्त कीजिए तथा पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए पारगत क्षेत्रों एवं ऊर्जा प्रवाह की विवेचना कीजिए।

6. (a) Obtain an expression for the relative contribution of stimulated and spontaneous emission in thermal equilibrium.
तापीय संतुलन में स्वतः और उद्दीप्त उत्सर्जन के सापेक्ष योगदान के लिए एक व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(b) Discuss how the laser light is different from light emitted by the conventional sources.
विवेचना कीजिए कि लेजर प्रकाश किस प्रकार सामान्य स्रोतों से उत्सर्जित प्रकाश से भिन्न है।

7. Explain the working of LG plate and obtain its resolving power.
LG पट्टिका की कार्यप्रणाली समझाइए तथा इसकी विभेदन क्षमता प्राप्त कीजिए।

8. (a) Describe the recording and reconstruction of optical holograms.
प्रकाशिक होलोग्राम के अभिलेख और पुनर्निर्माण का वर्णन कीजिए।

(b) Discuss thick hologram and its use.
मोटे होलोग्राम तथा इनके उपयोग की विवेचना कीजिए;

9. (a) What is infrared radiation ? Give its classification. Describe the various applications of infrared radiation.
अवरक्त विकिरण क्या है ? इसका वर्गीकरण दीजिए। अवरक्त विकिरणों के विभिन्न उपयोगों का वर्णन कीजिए।

(b) Explain the various parts of the infrared spectrometer and its working.
अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर के विभिन्न भागों को स्पष्ट कीजिए और इनकी कार्यविधि समझाइये।

◆◆◆