A–1170

Total Pages : 8 **Roll No. ....**

BSCPH-203

Bachelor of Science (BSC)

Elementary Solid State Physics

Examination February, 2026

Time : 2:00 Hrs. Max. Marks : 35

Note* :–** This paper is of Thirty Five (35) marks divided into Two (02) Sections 'A' and 'B'. Attempt the questions contained in these Sections according to the detailed instructions given therein. ***Candidates should limit their answers to the questions on the given answer sheet. No additional (B) answer sheet will be issued.

नोट :– यह प्रश्न–पत्र पैंतीस (35) अंकों का है, जो दो (02) खण्डों 'क' तथा 'ख' में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों को हल करना है। ***परीक्षार्थी अपने प्रश्नों के उत्तर दी गई उत्तर–पुस्तिका तक ही सीमित रखें। कोई अतिरिक्त (बी) उत्तर–पुस्तिका जारी नहीं की जायेगी।***

Section–A

(खण्ड–क)

Long Answer Type Questions

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न) (2×9½=19)

***Note* :–** Section 'A' contains Five (05) Long-answer type questions of Nine and Half (9½) marks each. Learners are required to answer any *two* (02) questions only.

नोट :– खण्ड 'क' में पाँच (05) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं, प्रत्येक प्रश्न के लिए साढ़े नौ (9½) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल **दो** (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Describe the Einstein and Debye theories of the specific heat of solids. Also, derive expressions for the molar heat capacity, and compare the predictions of both the theories at low and high temperatures.

   ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा के लिए आइंस्टीन तथा डेबाई सिद्धान्तों का वर्णन कीजिए। दोनों सिद्धान्तों से मोलर ऊष्मा धारिता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए तथा निम्न एवं उच्च तापमानों पर उनके पूर्वानुमानों की तुलना कीजिए।

2. Derive the expression for magnetic susceptibility of a paramagnetic substance using Langevin's theory, and state the main features of the quantum theory of paramagnetism.

लैंगेविन के सिद्धान्त का उपयोग करते हुए पराचुंबकीय पदार्थ की चुंबकीय संवेदनशीलता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। साथ ही, पराचुंबकत्व के क्वांटम सिद्धान्त की मुख्य विशेषताएँ लिखिए।

3. State the main assumptions of the Bardeen-Cooper-Schrieffer (BCS) theory of superconductivity. Explain how the BCS theory accounts for the following important properties of superconductors :

(a) Zero electrical resistance

(b) Meissner effect

(c) Isotope effect

बार्डीन-कूपर-श्रिफर (BCS) सिद्धान्त की मुख्य मान्यताओं को स्पष्ट कीजिए। बताइए कि BCS सिद्धान्त किस प्रकार अतिचालक के निम्नलिखित मुख्य गुणों की व्याख्या करता है :

(अ) शून्य विद्युत प्रतिरोध

(ब) माइस्नर प्रभाव

(स) समस्थानिक प्रभाव

4. Explain the Wiedemann-Franz law and derive the relation between the thermal conductivity and electrical conductivity of metals on the basis of the Drude-Lorentz free electron theory.

विडेमैन–फ्रांज नियम को समझाइए तथा ड्रूड–लॉरेन्ट्ज मुक्त इलेक्ट्रॉन सिद्धान्त के आधार पर धातुओं की ताप चालकता और वैद्युत चालकता के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए।

5. Explain the Lennard-Jones potential and describe how the balance between attractive and repulsive forces determines the equilibrium distance between atoms in a crystal. With the help of a potential energy curve, discuss how this balance governs the binding energy, mechanical stability, and elastic properties of solids.

लेनार्ड–जोन्स विभव की व्याख्या कीजिए तथा बताइए कि आकर्षक और प्रतिर्षक बलों के बीच संतुलन किस प्रकार क्रिस्टल में परमाणुओं के साम्य दूरी को निर्धारित करता है। स्थितिज ऊर्जा वक्र की सहायता से समझाइए कि यह संतुलन ठोसों की बंधन ऊर्जा, यांत्रिक स्थिरता, तथा लचीलापन को कैसे नियंत्रित करता है।

Section–B

(खण्ड–ख)

Short Answer Type Questions

(लघु उत्तरीय प्रश्न) (4×4=16)

***Note* :–** Section ‘B’ contains Eight (08) Short-answer type questions of Four (04) marks each. Learners are required to answer any *four* (04) questions only.

नोट :– खण्ड ‘ख’ में आठ (08) लघु उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं, प्रत्येक प्रश्न के लिए चार (04) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल **चार** (04) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. What is Bragg’s law ? A monochromatic X-ray beam of wavelength 2 Å is reflected from the (100) planes of a cubic crystal for which d = 0.2 nm. Calculate the glancing angle θ for the first order (n = 1) reflection.

   ब्रैग का नियम का क्या है ? एकवर्णी एक्स–किरण पुंज जिसकी तरंगदैर्घ्य λ = 2 Å है, एक घनीय क्रिस्टल के (100) तल से परावर्तित होती है, जिसके लिए d = 0.2 nm है। प्रथम क्रम (n = 1) के परावर्तन के लिए झुकाव कोण θ की गणना कीजिए।

2. Distinguish between single crystal, polycrystalline, and amorphous solids.

एकल क्रिस्टल, बहुक्रिस्टलीय, तथा अनाकार ठोस में अंतर स्पष्ट कीजिए।

3. Explain Bloch's theorem and discuss the concept of allowed and forbidden bands.

ब्लॉख का प्रमेय समझाइए तथा ठोसों में अनुमत और निषिद्ध बैंडों की अवधारणा पर चर्चा कीजिए।

4. State Dulong and Petit's law of specific heat. Derive the expression for the molar heat capacity of a solid according to this law, and explain its limitations at low temperatures.

ड्यूलॉन्ग और पेटिट का नियम लिखिए। इस नियम के अनुसार ठोस का मोलर ऊष्मा धारिता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए तथा निम्न तापों पर इस नियम की सीमाएँ समझाइये।

5. Define Electronic and ionic polarizability, and dielectric constant.

विद्युत और चुंबकीय ध्रुवणशीलता की परिभाषा दीजिए। साथ ही परावैद्युत स्थिरांक को परिभाषित कीजिए।

6. Write short notes on the following :

(a) Covalent bonding in solids

(b) Metallic bonding in solids

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(अ) ठोसों में सहसंयोजक बंधन

(ब) ठोसों में धात्विक बंधन

7. Using the Drude model, compute the electrical conductivity σ for a metal with electron concentration $n = 8.00 \times 10^{28}$ m^{-3}, charge $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C, mean free time $\tau = 2.50 \times 10^{-14}$ s, and electron mass $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg.

ड्रूड मॉडल का प्रयोग करते हुए किसी धातु की विद्युत चालकता σ की गणना कीजिए, यदि इलेक्ट्रॉन सांद्रता $n = 8.00 \times 10^{28}$ m^{-3}, आवेश $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C और मुक्त समय $\tau = 2.50 \times 10^{-14}$ s, तथा इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg दिया गया हो।

8. Explain Meissner effect. How does it distinguish superconductors from perfect conductors ?

मैस्नर प्रभाव को समझाइए। यह प्रभाव अतिचालक को पूर्ण चालक से किस प्रकार भिन्न बनाता है, स्पष्ट कीजिए ?

****