No. of Printed Pages : 8

PHE-13

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2017

00491

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours *Maximum Marks : 50*

Note : *All questions are* ***compulsory****. You may use log tables or calculator. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any ***five*** parts : *5×3=15*

   (a) Write all the symmetry elements of the benzene molecule.

   (b) Determine the Miller indices of the plane intersecting the x, y and z axes at ∞, 1 and 2 respectively. What is the interplanar distance if the lattice constant is 5 Å ?

   (c) Identify the bonds described by the following descriptions :

   (i) Attraction between ion cores and valence electrons.

   (ii) Mutual sharing of valence electrons between atoms.

   (iii) Electrostatic force due to oscillating dipoles.

(d) What modifications were proposed by Sommerfeld to overcome the limitations of the Drude-Lorentz theory ?

(e) Draw a labelled energy band diagram of a p-n junction in thermal equilibrium.

(f) What is angular momentum quenching ? Write any two examples of ions exhibiting it.

(g) Describe in one sentence each, the three classes of polymers on the basis of their structure.

2. Attempt any ***two*** parts : *2×5=10*

(a) Explain with the help of a diagram, the Wigner-Seitz method of primitive cell construction.

(b) Prove that the reciprocal lattice of fcc is a bcc structure.

(c) X-ray diffraction maxima from a sample correspond to the following $\sin^2\theta$ values :

0·0353, 0·0704, 0·1059, 0·1412 and 0·1765.

If the wavelength of X-ray radiation is 1·54 Å, determine the lattice constant and identify the crystal structure.

3. Attempt any ***one*** part : *1×5=5*

(a) Debye temperature of copper is 445 K. Calculate the frequency of highest possible lattice vibration of Cu. Also calculate molar heat capacity of Cu at 10 K.

(b) A longitudinal wave propagates along a linear monatomic chain. If its frequency is $\omega = \omega_{OL} = 2\sqrt{\frac{K}{M}}$, prove that it gives rise to a standing wave.

4. Attempt any ***two*** parts : *2×5=10*

(a) In the band theory of solids, starting with the expression for group velocity, $\left(v = \frac{dw}{dk}\right)$, obtain the expression for effective mass of electron, m*.

(b) A silicon specimen is kept at absolute zero temperature. Calculate the intrinsic Fermi level if the band gap is 1·12 eV. If the temperature is raised to 300 K, what will be the change in Fermi energy ? Take effective masses of electron and hole to be 0·2 m_e and 0·49 m_e, respectively.

(c) Write down the two essential characteristics of a superconductor. Explain the process of phonon mediated electron interaction in case of superconductors.

5. Attempt any ***two*** parts : *2×5=10*

(a) Saturation magnetization of an fcc metal is 1750 kAm^{-1}. Calculate net magnetic moment per atom in the crystal in terms of Bohr magneton when lattice constant is 3 Å.

(b) Explain the method of directional freezing for crystal growth. What are the disadvantages of this method ?

(c) Describe the working of resistive strain transducer. Obtain the expression for longitudinal strain in terms of change in resistance.

Physical Constants :

$h = 6{\cdot}62 \times 10^{-34}$ Js

$N_A = 6{\cdot}023 \times 10^{23}$ mol^{-1}

$1\ eV = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}$ J

$k_B = 1{\cdot}38 \times 10^{-23}$ JK^{-1}

$m_e = 9{\cdot}1 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1{\cdot}66 \times 10^{-27}$ kg

$c = 3 \times 10^8$ ms^{-1}

$\mu_B = 9{\cdot}274 \times 10^{-24}$ JT^{-1}

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2017

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट: *सभी प्रश्न अनिवार्य हैं । आप लॉग सारणियों अथवा कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं ।*

1. किन्हीं ***पाँच*** भागों को कीजिए : *5×3=15*

   (क) बेंज़ीन अणु के सभी सममिति अवयव लिखिए ।

   (ख) एक समतल x, y और z अक्षों को क्रमश: ∞, 1 और 2 पर विच्छेदित करता है । इस समतल के मिलर सूचकांक निर्धारित कीजिए । यदि जालक स्थिरांक 5 Å हो, तो अंतरातलीय दूरी क्या होगी ?

   (ग) नीचे दिए गए विवरण से आबंधन के प्रकार की पहचान कीजिए :

   (i) आयन क्रोड एवं संयोजकता इलेक्ट्रॉनों के बीच आकर्षण ।

   (ii) परमाणुओं के बीच संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की परस्पर साझेदारी ।

   (iii) दोलन करते हुए द्विध्रुवों के कारण स्थिर-वैद्युत बल ।

(घ) ड्रूडे-लोरेन्ट्स सिद्धांत की कमियों को हटाने के लिए सोमरफैल्ड ने क्या संशोधन प्रस्तावित किए ?

(ङ) तापीय साम्यावस्था में स्थित एक p-n संधि के लिए नामांकित ऊर्जा बैंड आरेख बनाइए ।

(च) कोणीय संवेग शमन क्या होता है ? कोणीय संवेग शमन प्रदर्शित करने वाले किन्हीं दो आयनों का उदाहरण लिखिए ।

(छ) संरचना के आधार पर बहुलकों को जिन तीन वर्गों में वर्गीकृत किया जाता है, उनमें से प्रत्येक के बारे में एक-एक वाक्य में वर्णन कीजिए ।

2. किन्हीं ***दो*** भागों को कीजिए : *2×5=10*

(क) चित्र की सहायता से अभाज्य एकक कोष्ठिका की रचना करने की विग्नैर-साइट्ज विधि समझाइए ।

(ख) सिद्ध कीजिए कि फलक केंद्रित घनीय (fcc) जालक का व्युत्क्रम जालक, अंत: केंद्रित घनीय (bcc) संरचना जालक होता है ।

(ग) किसी प्रतिदर्श के X-किरण विवर्तन उच्चिष्ठ के संगत $\sin^2\theta$ के मान निम्नलिखित हैं :

0·0353, 0·0704, 0·1059, 0·1412 और 0·1765.

यदि X-किरण का तरंगदैर्घ्य 1·54 Å हो, तो जालक स्थिरांक ज्ञात कीजिए और प्रतिदर्श की क्रिस्टल संरचना निर्धारित कीजिए ।

3. किसी *एक* भाग को कीजिए : *1×5=5*

(क) ताँबे का डिबाई तापमान 445 K है । ताँबे (Cu) के संभव जालक कम्पन की आवृत्ति का उच्चतम मान परिकलित कीजिए । 10 K तापमान पर ताँबे (Cu) की मोलीय ऊष्मा धारिता भी परिकलित कीजिए ।

(ख) एकपरमाण्विक रैखिक शृंखला के अनुदिश एक अनुदैर्घ्य तरंग संचरित होती है । यदि इसकी आवृत्ति $\omega = \omega_{OL} = 2\sqrt{\frac{K}{M}}$ है, तो सिद्ध कीजिए कि इससे एक अप्रगामी तरंग प्राप्त होती है ।

4. किन्हीं *दो* भागों को कीजिए : *2×5=10*

(क) ठोसों के बैंड सिद्धांत में, समूह वेग के व्यंजक $\left(v = \frac{dw}{dk}\right)$ से शुरू करते हुए इलेक्ट्रॉन के प्रभावी द्रव्यमान m^* का व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

(ख) सिलिकन का एक प्रतिदर्श परम शून्य तापमान पर है । यदि बैंड अन्तराल का मान 1·12 eV हो, तो नैज फर्मी स्तर की ऊर्जा परिकलित कीजिए । यदि तापमान को 300 K तक बढ़ाया जाए, तो फर्मी ऊर्जा का मान कितना परिवर्तित होगा ? इलेक्ट्रॉन और होल के प्रभावी द्रव्यमानों का मान क्रमशः $0{\cdot}2\ m_e$ और $0{\cdot}49\ m_e$ लीजिए ।

(ग) एक अतिचालक के दो अनिवार्य लक्षण लिखिए । अतिचालकों में फोनान की मध्यस्थता के कारण इलेक्ट्रॉनों के बीच अन्योन्यक्रिया को समझाइए ।

5. किन्हीं *दो* भागों को कीजिए : *2×5=10*

(क) एक फलक केंद्रित घनीय (fcc) धातु के संतृप्ति चुंबकन का मान $1750\ kAm^{-1}$ है । जब जालक स्थिरांक 3 Å हो, तो क्रिस्टल में प्रति परमाणु नेट चुंबकीय आघूर्ण बोर-मैग्नेट्रॉन के पदों में परिकलित कीजिए ।

(ख) क्रिस्टल वृद्धि की दिशिक हिमीकरण विधि समझाइए । इस विधि में क्या समस्याएँ हैं ?

(ग) एक प्रतिरोधी विकृति ट्रान्सड्यूसर की कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए । प्रतिरोध में परिवर्तन के पदों में अनुदैर्घ्य विकृति का व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

भौतिक नियतांक :

$h = 6{\cdot}62 \times 10^{-34}\ Js$

$N_A = 6{\cdot}023 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

$1\ eV = 1{\cdot}6 \times 10^{-19}\ J$

$k_B = 1{\cdot}38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$

$m_e = 9{\cdot}1 \times 10^{-31}\ kg$

$m_p = 1{\cdot}66 \times 10^{-27}\ kg$

$c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$

$\mu_B = 9{\cdot}274 \times 10^{-24}\ JT^{-1}$