

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2018

01442

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : Attempt all questions. However internal choices are given. The marks for each question are given against it. You may use log tables or calculators. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.

1. Attempt any **five** parts : $5 \times 3 = 15$
- (a) Write down the symmetries of the benzene molecule.
 - (b) Determine the number of atoms in a unit cell of a base centred orthorhombic lattice.
 - (c) Explain with the help of a diagram the process of bond formation between Magnesium and Oxygen. Name the type of this bond.
 - (d) Write down the significance of the three independent elastic stiffness constants for a cubic crystal C_{11} , C_{12} and C_{44} .

- (e) The energy of an electron in a crystalline solid is related to the wave number k by the equation $E = \frac{12 \hbar^2 k^2}{m}$. Calculate its velocity and effective mass.
- (f) Determine the wavelength of the photon whose energy is sufficient to break up the Cooper pairs in mercury, which has a critical temperature of 4.2 K.
- (g) Explain the orbital angular momentum quenching effect in transition metals.
- (h) What are liquid crystals ? Explain why liquid crystal displays cannot be seen in a dark room.

2. Attempt any *two* parts : 2×5=10

- (a) A metallic element has a density of 0.968 g cm^{-3} , lattice constant 4.3 \AA and an atomic weight of 23 u. Calculate the number of atoms per unit cell and identify the crystal structure of the element. 4+1
- (b) Prove that the reciprocal lattice of an fcc structure is a bcc structure.
- (c) Describe the rotating crystal method of determining the crystal structure.

3. Attempt any *one* part :

1×5=5

(a) State the assumptions of Einstein's theory of heat capacity. Obtain the expression for the molar heat capacity of a solid based on this theory.

1+4

(b) Derive the expression for the dispersion relation for a linear monoatomic chain of atoms.

4. Attempt any *two* parts :

2×5=10

(a) Write down the expression for the energy of an electron in a cubical metallic specimen of side L . Define the Fermi energy. Plot the Fermi function as a function of temperature at different temperatures. Explain the concept of Fermi surface.

1+1+1+2

(b) Explain the formation of depletion region in a p-n junction. Draw the energy band diagram of the p-n junction in equilibrium and explain the concept of the built-in potential.

(c) Describe with the help of a diagram the experimental set-up for the Hall Effect experiment and derive an expression for the Hall coefficient.

5. Attempt any *two* parts :

2×5=10

- (a) With the help of a diagram distinguish between a ferromagnet, an anti-ferromagnet and a ferrite. Describe the properties of a typical spinel ferrite. 3+2
- (b) Explain the float zone technique of crystal growth with a labelled diagram.
- (c) What are transducers ? Explain the working of a pressure transducer.

Physical Constants :

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2018

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न हल कीजिए। किन्तु आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप लॉग सारणियों अथवा कैल्कुलेटरों 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 की सममितियाँ लिखिए।
- (ख) आधार केन्द्रित विषमलंबाक्ष जालक की एकक कोष्ठिका में परमाणुओं की संख्या निर्धारित कीजिए।
- (ग) एक आरेख की सहायता से मैग्नीशियम और ऑक्सीजन के बीच आबंधन रचना की विधि को समझाइए। इस आबंधन का प्रकार भी बताइए।
- (घ) एक घनीय क्रिस्टल के तीन स्वतंत्र प्रत्यास्थ दुर्नम्यता नियतांकों C_{11} , C_{12} और C_{44} की सार्थकता लिखिए।

- (ड) क्रिस्टलीय ठोस में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा और तरंग संख्या k से सम्बन्धित समीकरण $E = \frac{12 h^2 k^2}{m}$ है। इस इलेक्ट्रॉन का वेग और प्रभावी द्रव्यमान परिकलित कीजिए।
- (च) उस फ़ोटॉन का तरंगदैर्घ्य निर्धारित कीजिए जिसकी ऊर्जा पारद में कूपर युग्मों को तोड़ने के लिए पर्याप्त हो, जबकि पारद का क्रांतिक तापमान 4.2 K है।
- (छ) संक्रमण धातुओं में कक्षीय कोणीय संवेग शमन प्रभाव समझाइए।
- (ज) द्रव क्रिस्टल क्या होते हैं? समझाइए कि द्रव क्रिस्टल प्रदर्शों को अदीप्त कक्ष में क्यों नहीं देखा जा सकता है।

2. किन्हीं दो भागों को कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

(क) एक धात्विक तत्व का घनत्व 0.968 g cm^{-3} , जालक स्थिरांक 4.3 \AA और परमाण्वीय भार 23 u है। इस तत्व की एकक कोष्ठिका में परमाणुओं की संख्या परिकलित कीजिए और इस क्रिस्टल संरचना की पहचान कीजिए।

$4+1$

(ख) सिद्ध कीजिए कि फलक केन्द्रित घनीय (fcc) संरचना के व्युत्क्रम जालक की अंतः केन्द्रित घनीय संरचना (bcc) होती है।

(ग) क्रिस्टल संरचना निर्धारण की घूर्णी क्रिस्टल विधि का वर्णन कीजिए।

3. किसी एक भाग को कीजिए :

1×5=5

(क) आइन्स्टाइन के ऊष्मा धारिता सिद्धांत की अभिधारणाएँ बताइए । इस सिद्धांत के आधार पर एक ठोस की मोलीय ऊष्मा धारिता का व्यंजक प्राप्त कीजिए । 1+4

(ख) परमाणुओं की एक रैखिक एकपरमाणुक शृंखला के लिए परिक्षेपण संबंध का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

4. किन्हीं दो भागों को कीजिए :

2×5=10

(क) भुजा L वाले एक घनीय धात्विक प्रतिदर्श में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा का व्यंजक लिखिए । फर्मी ऊर्जा की परिभाषा दीजिए । विभिन्न तापमानों पर फर्मी फलन को ताप के फलन के रूप में आलेखित कीजिए । फर्मी सतह की अवधारणा समझाइए । 1+1+1+2

(ख) एक p-n संधि में अवक्षय क्षेत्र कैसे बनता है, समझाइए । साम्यावस्था में p-n संधि का ऊर्जा बैंड आरेख बनाइए और निर्मित विभव की अवधारणा समझाइए ।

(ग) एक आरेख की सहायता से हाल प्रभाव प्रयोग की प्रयोगात्मक व्यवस्था का विवरण दीजिए तथा हाल गुणांक का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

5. किन्हीं दो भागों को कीजिए :

2×5=10

(क) एक आरेख की सहायता से एक लोह-चुंबक, प्रति-लोह-चुंबक और फेराइट में अंतर स्पष्ट कीजिए। एक प्रतिरूपी स्पिनेल फेराइट के गुणधर्मों का वर्णन कीजिए।

3+2

(ख) एक नामांकित आरेख के साथ क्रिस्टल वृद्धि की प्लवी ज़ोन तकनीक समझाइए।

(ग) ट्रान्सड्यूसर क्या होते हैं ? एक दाब ट्रान्सड्यूसर का प्रचालन समझाइए।

भौतिक नियतांक :

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$