

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

01998

June, 2015

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : *All questions are compulsory. However, internal choices are given. You may use log tables or non-programmable calculators. 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 a simple cubic structure.
 - (b) What is a primitive unit cell ? Draw the Wigner-Seitz construction for a 2D lattice.
 - (c) Identify the type of bonding in the following materials :
 - (i) Silicon
 - (ii) Argon
 - (iii) KBr

- (d) Plot variation of electrical resistivity with temperature for an ideal metal and a superconductor.
- (e) What is Hall effect ? State its significance.
- (f) Discuss polymer degradation.
- (g) Explain any three point defects in a crystal.

2. Attempt any **two** parts : 2×5=10

- (a) What is a hexagonal close-packed structure ?
Show that $(c/a) = \sqrt{(8/3)}$ for this structure. 2+3=5
- (b) Prove that the reciprocal lattice of fcc lattice is a bcc lattice. 5
- (c) Cs metal (atomic weight = 130) has a cubic unit cell of side 6 Å. If the density of Cs is 2 g cm⁻³, determine whether the unit cell is simple, face centred or body centred. 5

3. Attempt any **one** part : 1×5=5

- (a) Obtain the expression for the total energy for a system of two atoms as a function of distance r between them. 5
- (b) Calculate the equilibrium separation distance for CsCl. Given that its lattice energy is 652 kJ mol⁻¹, its Madelung constant is 1.763 and its repulsive exponent is 10.6. 5

4. Attempt any *two* parts :

2×5=10

- (a) What is an extrinsic semiconductor ? Draw the energy band diagram for *n*-type semiconductor. Discuss the dependence of its conductivity on temperature and doping concentration. 5
- (b) Distinguish between metals, insulators and semiconductors on the basis of their band structures. 5
- (c) Calculate the Fermi energy of a monovalent bcc solid whose lattice constant is 5.1 Å. 5

5. Attempt any *two* parts :

2×5=10

- (a) A bar magnet of steel has a magnetic moment of 5 Am^2 and a mass of $13.2 \times 10^{-3} \text{ kg}$. If the density of the steel is $7.9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, calculate the intensity of magnetisation of the magnet. 5
- (b) The CH_3Cl molecule exhibits dipole moment. If the displacement between its positive and negative charge centres is 0.1 Å, calculate the dipole moment per molecule. 5
- (c) With a neat sketch, explain the crystal pulling technique for crystal growth. 5

Physical Constants :

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

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

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

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

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

$$\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2015

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। किन्तु, आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं। आप लॉग सारणियों अथवा अप्रोग्रामीय 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 हल कीजिए : 5×3=15

(क) सरल घनीय क्रिस्टल के सभी सममिति अवयव लिखिए।

(ख) अभाज्य एकक कोष्ठिका क्या होती है ? द्विविमीय जालक के लिए विग्नैर-साइट्ज़ रचना का आरेख खींचिए।

(ग) निम्नलिखित पदार्थों में आबंध के प्रकार पहचानिए :

(i) सिलिकन

(ii) आर्गन

(iii) KBr

- (घ) आदर्श धातु और अतिचालक में वैद्युत प्रतिरोधकता के तापमान के साथ विचरण का आलेख खींचिए ।
- (ङ) हाल प्रभाव क्या है ? इसकी सार्थकता बताइए ।
- (च) बहुलक निम्नीकरण की विवेचना कीजिए ।
- (छ) क्रिस्टल में किन्हीं तीन बिन्दु दोषों की व्याख्या कीजिए ।

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

(क) षट्कोणीय सुसंकुलित संरचना क्या होती है ? सिद्ध कीजिए कि इस संरचना के लिए $(c/a) = \sqrt{8/3}$. 2+3=5

(ख) सिद्ध कीजिए कि फलक केंद्रित घनीय (fcc) संरचना की व्युत्क्रम जालक संरचना अंतःकेंद्रित घनीय (bcc) होती है । 5

(ग) Cs धातु (परमाणु भार = 130) की घनीय एकक कोष्ठिका के कोर की लम्बाई 6 Å है । यदि Cs का घनत्व 2 g cm^{-3} है, तो इसकी एकक कोष्ठिका का प्रकार (सरल, फलक केंद्रित या अंतःकेंद्रित घनीय) ज्ञात कीजिए । 5

3. किसी एक भाग को हल कीजिए : 1×5=5

(क) दो परमाणुओं वाले निकाय की कुल ऊर्जा के लिए उनके बीच की दूरी r के फलन के रूप में व्यंजक प्राप्त कीजिए । 5

(ख) CsCl में साम्य पृथक्करण अंतराल परिकलित कीजिए । दिया गया है कि, इसकी जालक ऊर्जा 652 kJ mol^{-1} , मैडैलुंग नियतांक 1.763 तथा प्रतिकर्षण घातांक 10.6 हैं । 5

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

(क) बाह्य (अशुद्ध) अर्धचालक क्या होता है ? n -प्रकार के अर्धचालक का ऊर्जा बैंड आरेख खींचिए । इसकी वैद्युत चालकता की तापमान एवं मादन सांद्रता पर निर्भरता की चर्चा कीजिए । 5

(ख) धातुओं, कुचालकों एवं अर्धचालकों में उनकी बैंड संरचनाओं के आधार पर अन्तर स्पष्ट कीजिए । 5

(ग) 5.1 \AA जालक स्थिरांक वाले एक एकसंयोजक अतः-केंद्रित घनीय ठोस की फर्मी ऊर्जा परिकलित कीजिए । 5

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

(क) इस्पात के बने एक दण्ड चुंबक का चुंबकीय आघूर्ण 5 Am^2 है और इसका द्रव्यमान $13.2 \times 10^{-3} \text{ kg}$ है । यदि इस्पात का घनत्व $7.9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ है, तो चुंबक की चुंबकन तीव्रता परिकलित कीजिए । 5

(ख) CH_3Cl अणु द्विध्रुव आघूर्ण प्रदर्शित करता है । यदि इसके धनात्मक और ऋणात्मक आवेश केंद्रों के बीच का विस्थापन 0.1 \AA है, तो प्रति अणु द्विध्रुव आघूर्ण परिकलित कीजिए । 5

(ग) स्वच्छ आरेख की सहायता से क्रिस्टल वर्धन की क्रिस्टल कर्षण विधि समझाइए । 5

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

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

$$\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$