

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2011****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 a log-table or a calculator. Symbols have their usual meanings. The values of the physical constants are given at the end.*

1. Answer any five parts :**4x5=20**

- (a) Write two examples observed in nature for the following symmetries
 - (i) Reflection (ii) Rotation
- (b) Calculate the volume of the primitive unit cell of an fcc lattice in terms of the lattice constant a .
- (c) Name the types of bonds represented by the following examples and arrange them in the ascending order of strength :
 - (i) Si - Si (ii) Ag - Ag
 - (iii) Ar - Ar (iv) K - Br
- (d) A metallic wire of radius 10^{-5}m carries 1 A current. Considering the concentration of electrons to be $3 \times 10^{28}\text{m}^{-3}$, calculate the drift velocity of electrons in the wire.

- (e) The band gap of germanium is 0.66 eV. Calculate its intrinsic carrier concentration at room temperature if the effective density of states in conduction and valence bands are $1 \times 10^{25} \text{m}^{-3}$ and $5 \times 10^{24} \text{m}^{-3}$ respectively.
- (f) Discuss the origin of diamagnetism and paramagnetism in a material.
- (g) Describe the classification of polymers on the basis of their structure.
- (h) The potential energy function of a crystal is given by :

$$U(r) = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}}$$

Calculate the intermolecular distance at which the potential energy is minimum.

2. Answer *any two* parts : 5x2=10

- (a) 5 - fold rotational symmetry is not permitted in a 2D lattice. Justify mathematically.
- (b) With the help of a suitable diagram explain the experimental arrangement of the powder X-ray diffraction method.
- (c) The primitive translation vectors of a lattice are :

$$\vec{a}_1 = 2 \hat{i} + \hat{j}, \quad \vec{a}_2 = 2 \hat{j}, \quad \vec{a}_3 = \hat{k}$$

Determine the primitive translation vectors in a reciprocal lattice.

3. Answer *any one* part :

5x1=5

- (a) Explain how the assumptions of Debye's theory of heat capacity of solids is different from those of Einstein's theory. The Debye temperature of silver is 215 K.
Calculate the frequency of highest possible lattice vibration in silver.
- (b) Explain the method of experimental determination of elastic constants of a crystalline solid.

4. Answer *any two* parts :

2x5=10

- (a) Starting with the force experienced by a charge moving in a magnetic field, obtain the expression for the Hall coefficient. Explain how the measurement of the Hall coefficient helps us to determine the sign of the charge carrier in a material.
- (b) Explain how there can be an attractive interaction between electrons as proposed by the BCS theory of super conductivity.
- (c) Assuming the electrons to be free calculate the number of states at a Fermi energy of 5 eV, when the electrons are in a cubical box of volume 10^{-5} m^3 .

5. Answer *any one* part :

5x1=5

- (a) Explain with a schematic diagram the liquid phase epitaxy (LPE) method of crystal growth.

- (b) Explain the use of polymer capacitor as a humidity 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, 2011

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं। आप लॉग टेबल या कैल्क्युलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।

1. कोई पाँच भाग करें :

4x5=20

(a) निम्नलिखित सममितियों में प्रत्येक के दो ऐसे उदाहरण दें जो प्रकृति में दिखाई देते हैं :

(i) परावर्तन सममिति (ii) घूर्णन सममिति

(b) fcc जालक के अभाज्य एकक कोष्ठिका के आयतन का मान उसके जालक स्थिरांक a के पदों में परिकलित करें।

(c) निम्नलिखित उदाहरणों में निरूपित आबंध का नाम बताएं और प्रबलता के आरोही क्रम में इनका विन्यास करें :

(i) Si - Si (ii) Ag - Ag

(iii) Ar - Ar (iv) K - Br

- (d) 10^{-5}m त्रिज्या वाले एक धात्विक तार, जिसमें 1 A धारा प्रवाहित हो रही है, में इलेक्ट्रॉन का अपवाह वेग परिकलित करें। तार में इलेक्ट्रॉनों की सान्द्रता $3 \times 10^{28}\text{m}^{-3}$ मान लें।
- (e) जरमेनियम के बैंड अंतराल का मान 0.66 eV है। यदि चालन और संयोजकता बैंडों का प्रभावी अवस्था घनत्व क्रमशः $1 \times 10^{25}\text{m}^{-3}$ और $5 \times 10^{24}\text{m}^{-3}$ हो तो कमरे के तापमान पर इसकी नैज वाहक सान्द्रता परिकलित करें।
- (f) किसी पदार्थ में प्रतिचुंबकत्व और अनुचुंबकत्व की उत्पत्ति समझाएं।
- (g) संरचना के आधार पर बहुलकों के वर्गीकरण का वर्णन करें।
- (h) एक क्रिस्टल का स्थितिज ऊर्जा फलन निम्नलिखित है :

$$U(r) = -\frac{A}{r^6} + \frac{B}{r^{12}}$$

वह अंतराआणविक दूरी परिकलित करें जिस पर स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम हो।

2. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) 2D जालक में 5 - वलन घूर्णन सममिति अनुमत नहीं हैं। गणितीय तौर पर सिद्ध करें।

- (b) उचित आरेख की सहायता से पाउडर ऐक्स किरण विवर्तन विधि के लिए प्रायोगिक व्यवस्था समझाएं।
- (c) एक जालक के अभाज्य स्थानांतरण सदिश निम्नलिखित है :

$$\vec{a}_1 = 2\hat{i} + \hat{j}, \quad \vec{a}_2 = 2\hat{j}, \quad \vec{a}_3 = \hat{k}$$

इस जालक के संगत व्युत्क्रम जालक के अभाज्य स्थानांतरण सदिश निर्धारित करें।

3. कोई एक भाग करें :

5x1=5

- (a) समझाएं कि ठोसों के ऊष्मा-धारिता के लिए डिबाई सिद्धान्त की अभिधारणाएं, आइन्स्टाइन सिद्धान्त के अभिधारणाओं से कैसे भिन्न हैं। चांदी का डिबाई तापमान 215 K है। चांदी में सम्भव जालक कंपन की आवृत्ति का उच्चतम मान परिकलित करें।
- (b) क्रिस्टलीय ठोस में प्रत्यास्थताओं के प्रायोगिक निर्धारण की विधि समझाएं।

4. कोई दो भाग करें :

2x5=10

- (a) चुंबकीय क्षेत्र में गतिमान एक आवेश द्वारा अनुभव किए गए बल से शुरू करते हुए, हाल गुणांक का व्यंजक प्राप्त करें। समझाएं कि हाल गुणांक का मापन हमें किसी पदार्थ में आवेश वाहक के चिन्ह को निश्चित करने में कैसे सहायता करता है?

- (b) समझाएं कि अतिचालकता के BCS सिद्धांत के अनुसार इलेक्ट्रॉनों के बीच आकर्षक अन्योन्य क्रिया कैसे उत्पन्न होता है।
- (c) इलेक्ट्रॉनों को मुक्त मानते हुए, 5eV फर्मी ऊर्जा पर स्तरों की संख्या परिकलित करें यदि इलेक्ट्रॉन 10^{-5} m^3 आयतन वाले एक घनीय बक्स में स्थित हैं।

5. कोई एक भाग करें :

5x1=5

- (a) व्यवस्था आरेख की सहायता से क्रिस्टल वृद्धि का द्रव प्रावस्था अधिरोहरण (LPE) विधि समझाएं।
- (b) बहुलक संधारित्र का एक आर्द्रता ट्रान्सड्यूसर के रूप में प्रयोग समझाएं।

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

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