

## BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2010

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

02824

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

*Note : All questions are compulsory. Use log-tables and non-programmable calculators is allowed. Symbols have their usual meanings. The values of the physical constants are given at the end.*

1. Answer *any five* parts :

2x5=10

- (a) Write any two examples of 3-D enantiomorphs.
- (b) Draw the first Brillouin zone of a 2-D square lattice.
- (c) Arrange the following bonds in their increasing (ascending) order of strength :  
(i) metallic, (ii) ionic; (iii) covalent ; and  
(iv) van der waals.
- (d) For a diatomic linear chain, what are the conditions on the values of  $\omega$ -(omega) and  $k$  to obtain (i) acoustic and (ii) optical ; branches ?
- (e) State Bloch theorem.

- (f) Draw the diagrams showing the position of Fermi levels for  $p$ -type and  $n$ -type semiconductors.
- (g) Though both  $\text{CO}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$ , are transition metals with the same valency, why are the magnetic moments of their ferrites different ?
- (h) Why are the properties of thin films different from those of the bulk materials ?

2. Attempt any two parts : 5x2=10

- (a) Explain the possible symmetry elements for a cubic crystal.
- (b) Calculate the reciprocal lattice vectors for a lattice with the following direct lattice vectors :

$$\vec{a}_1 = \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$$

$$\vec{a}_2 = 2\hat{i} + \hat{k}$$

$$\vec{a}_3 = \hat{i} + 2\hat{j}$$

- (c) Explain with the help of a diagram the experimental setup of laue method for crystal structure determination. Why is it not possible to determine the interplanar distance by this method ?

3. Attempt any one part : 10

- (a) Determine the number of independent elastic constants required to study the elastic properties of an orthorhombic crystal.

- (b) Obtain the expression for the molar heat capacity using the classical theory of heat capacity.

4. Attempt *any one* part :

10

- (a) Calculate the density of states below 3 eV for electrons in a metallic specimen.
- (b) What are the important features of the crystal structure of  $ABO_3$  type high  $T_c$  superconductor ? Explain the mechanism responsible for the superconductivity in YBCO system.

5. Attempt *any two* part :

2x5=10

- (a) the saturation magnetisation of fcc cobalt is 1446 kA/m. Calculate the net magnetic moment per cobalt atom in the crystal in terms of the Bohr magneton when the lattice constant of cobalt is  $2.5 \text{ \AA}$ .
- (b) Explain the crystal pulling or Czochralski method of crystal growth.
- (c) Describe the construction of a typical liquid crystal display.

**Physical constant :**

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

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

$$\mu_B = 9.274 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$$



## विज्ञान स्नातक ( बी.एस सी. )

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2010

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। आप लॉग टेबल या अप्रोग्रामीय 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 : 2x5=10
- (a) त्रिविम प्रतिबिंब-रूप के कोई दो उदाहरण लिखें।
- (b) एक द्विविम वर्गाकार जालक के लिए प्रथम ब्रिलुवां क्षेत्र आरेखित करें।
- (c) निम्नलिखित आबंधों को उनकी प्रबलता के आधार पर आरोही (छोटे से बड़े) क्रम में लिखें :
- (i) धात्विक (ii) आयनी
- (iii) सहसंयोजी तथा (iv) वान्डरवाल्स
- (d) एक द्विपरमाणुक रैखिक शृंखला में  $\omega$  और  $k$  के मान पर क्या प्रतिबंध होने से (i) ध्वनिक और (ii) प्रकाशीय शाखाएं प्राप्त होती हैं?
- (e) ब्लॉख प्रमेय का कथन दें।
- (f)  $n$ -प्रकार तथा  $p$ -प्रकार के अर्धचालकों में फर्मी स्तर का स्थान दिखाते हुए आरेख खींचें।

- (g)  $\text{CO}_2^{2+}$  और  $\text{Ni}^{2+}$  दोनों एक ही संयोजकता वाली संक्रमण धातुएं हैं, तो समझाएं कि इनके फेराइटों के चुंबकीय आघूर्ण अलग क्यों हैं?
- (h) तनु फिल्मों के गुणधर्म पुंज पदार्थों के गुणधर्मों से अलग क्यों होते हैं?

2. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) एक घनीय क्रिस्टल में पाई जाने वाली सभी संभव सममितियाँ समझायें।
- (b) निम्नलिखित सामान्य जालक सदिशों वाले जालक के लिए व्युत्क्रम जालक सदिश निर्धारित करें :

$$\vec{a}_1 = \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$$

$$\vec{a}_2 = 2\hat{i} + \hat{k}$$

$$\vec{a}_3 = \hat{i} + 2\hat{j}$$

- (c) एक आरेख की सहायता से क्रिस्टल संरचना निर्धारण की लाउए विधि के लिए प्रायोगिक व्यवस्था समझाएं। इस विधि द्वारा हम अंतरातलीय दूरी का मान क्यों नहीं ज्ञात कर सकते?

3. कोई एक भाग करें :

10

- (a) एक विषमलम्बाक्ष क्रिस्टल के प्रत्यास्थ गुणधर्मों के अध्ययन के लिए आवश्यक स्वतंत्र प्रत्यास्थ दुर्नम्यता नियतांकों की संख्या निर्धारित करें।
- (b) ऊष्मा-धारिता के चिरप्रतिष्ठित सिद्धांत का प्रयोग करते हुए, मोलीय ऊष्मा धारिता का व्यंजक प्राप्त करें।

4. कोई एक भाग करें :

10x1=10

- (a) किसी धात्विक प्रतिदर्श के इलेक्ट्रॉनों के लिए 3 eV से कम ऊर्जा वाली ऊर्जा अवस्थाओं का घनत्व परिकलित करें।
- (b) ABO<sub>3</sub> प्रकार के उच्च  $T_c$  अतिचालकों की क्रिस्टल संरचनाओं की प्रमुख विशिष्टताएं क्या हैं? YBCO तंत्र में अतिचालकता की क्रिया विधि समझाएँ।

5. कोई दो भाग करे :

5x2=10

- (a) fcc कोबाल्ट के संतृप्ति चुंबकन का मान 1446 kA/m है। यदि कोबाल्ट का जालक स्थिरांक 2.5 Å है तो प्रति परमाणु अवशिष्ट चुंबकीय आघूर्ण, बोर मैग्नेट्रॉन के पदों में परिकलित करें।
- (b) क्रिस्टल वृद्धि के लिए क्रिस्टल कर्षण अथवा जोक्रैल्सकी विधि समझाएं।
- (c) एक प्रतिरूपी द्रव क्रिस्टल प्रदर्श की रचना का वर्णन करें।

**भौतिक नियतांक**

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

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

$$\mu_B = 9.274 \times 10^{-24} \text{ JT}^{-1}$$

