BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2012

01111

PHYSICS
PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours *Maximum Marks : 50*

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

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

(a) Write the unit cell characteristics of following crystal systems :

(i) triclinic

(ii) trigonal (rhombohedral

(b) Why is it not possible to determine the interplanar spacing using Laue method of X - ray diffraction ?

(c) State the assumptions of classical theory and Einstein's theory of heat capacity.

(d) Energy of an electron in a crystal is given by $E = \frac{7\hbar^2 k^2}{m}$.

Calculate its effective mass.

(e) Superconducting transition temperature of Mercury is 4.15 K. Calculate its gap energy.

(f) Draw the schematic diagrams of any four types of point defects in a crystal.

(g) Why are the electrical and optical properties of thin films different than the bulk materials ?

(h) Does $BaTiO_3$ crystal possess inversion symmetry ? Justify your answer.

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

(a) List all the symmetries observed in case of an ellipse.

(b) Draw the plane with Miller indices (0 1 2). What is the interplanar distance for these planes if the lattice constant is 3 Å ?

(c) With the help of a suitable diagram, explain the rotating crystal method for obtaining X - ray diffraction pattern.

3. Attempt ***any one*** part : **5x1=5**

(a) A longitudinal wave is propagating along a linear monoatomic chain. Calculate the group velocity and phase velocity of this wave if its frequency is $\omega = \omega_{OL} = 2\sqrt{\frac{K}{M}}$.

(b) Obtain the expression for Modelung constant of an infinite 1 - D chain of diatomic lattice.

4. Attempt *any two* parts : 5x2=10

(a) Fermi energy of copper is 7.0 eV. Assuming it to be independent of temperature calculate the electronic heat capacity at 300 K. Draw the variation of Fermi function with energy at T = O K and T > O K.

(b) Obtain the expression for built - in potential (V_{bi}) in terms of donor and acceptor concentrations for a $p-n$ junction.

(c) Calculate the Hall coefficient for beryllium whose electron concentration is 24.2×10^{22} cm^{-3}. The experimental value is $+24.4\times10^{-11}$ m^3c^{-1}. Comment on your result.

5. Attempt *any one* part : 5x1=5

(a) Saturation magnetization of FCC nickel is 490 kA m^{-1}. Calculate the magnetic moment per nickel atom in the crystal in terms of Bohr magneton when the lattice constant of nickel is 3.52 Å.

(b) Describe the process of photo lithography used for production of nano-structures.

Physical Constants :

$h = 6.626\times10^{-34}$ Js

$\hbar = 1.055\times10^{-34}$ Js

$e = 1.6\times10^{-19}$ C

$m_e = 9.1\times10^{-31}$ kg

$k_B = 1.38\times10^{-23}$ JK^{-1}

$N_A = 6.02\times10^{23}$ mol^{-1}

$\mu_B = 9.274\times10^{-24}$ JT^{-1}

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2012

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 सारणी अथवा कैल्क्यूलेटर 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 क्रिस्टल समुदाय के एकक कोष्ठिका की विशिष्टताएं बताएं :

(i) त्रिनताक्ष

(ii) त्रिसमनताक्ष (समान्तर षट्फलकीय)

(b) एक्स-किरण विवर्तन के लाइए विधि द्वारा अंतरातलीय दूरी क्यों नहीं निर्धारित किया जा सकता है समझाएं।

(c) ऊष्माधारिता के चिरप्रतिष्ठित और आइन्स्टाइन सिद्धांत की क्या अभिधारणाएं हैं?

(d) एक क्रिस्टल में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा निम्नलिखित है :

$E = \frac{7\hbar^2 k^2}{m}$. उसका प्रभावी द्रव्यमान परिकलित करें।

(e) पारा का अतिचालकता संक्रमण तापमान 4.15 K है। उसकी अन्तराल ऊर्जा परिकलित करें।

(f) क्रिस्टल में किन्हीं चार प्रकार के बिन्दु दोष के व्यवस्थित आरेख बनाएं।

(g) तनु फिल्म के प्रकाशिक और वैद्युत गुणधर्म पुंज ठोस से भिन्न क्यों होते हैं?

(h) क्या $BaTiO_3$ क्रिस्टल में प्रतिलोम सममिति होती है? अपने उत्तर की पुष्टि करें।

2. ***कोई दो*** भाग करें : **5x2=10**

(a) एक दीर्घवृत्त के सभी सममितियों को सूचिकृत करें।

(b) (0 1 2) मिलर सूचकांक वाले समतल को आरेखित करें। यदि जालक स्थिरांक 3 Å हो, तो इन समतलों के लिए अंतरातलीय दूरी क्या है?

(c) उचित आरेख की सहायता से एक्स-किरण विवर्तन प्रतिरूप प्राप्त करने की घूर्णी क्रिस्टल विधि समझाएं।

3. ***कोई एक*** भाग करे : **5x1=5**

(a) एक परमाण्विक रैखीय शृंखला के अनुदिश एक अनुदैर्घ्य तरंग संचारित होता है। इस तरंग का समूह वेग तथा प्रावस्था वेग परिकलित करें यदि इसकी आवृत्ति $\omega = \omega_{OL} = 2\sqrt{\frac{K}{M}}$ है।

(b) एक द्विपरमाण्विक जालक के अनन्त 1 - D शृंखला के लिए मेडुलंग नियतांक के व्यंजक की व्युत्पत्ती करें।

4. ***कोई दो*** भाग करें : 5x2=10

(a) तांबे की फर्मी ऊर्जा 7.0 eV है। यह मानते हुए कि फर्मी ऊर्जा तापमान पर निर्भर नहीं करता, 300 K पर इलेक्ट्रॉनिक ऊष्मा धारिता परिकलित करें। T = O K और T > O K के लिए फर्मी फलन का ऊर्जा के साथ परिवर्तन आरेखित करें।

(b) दाता और ग्राही सांद्रता के पदों में एक $p-n$ संधि के लिए निर्मित विभव (V_{bi}) का व्यंजक प्राप्त करें।

(c) बेरिलियम के लिए हाल गुणांक परिकलित करें। बेरिलियम की इलेक्ट्रॉन सान्द्रता 24.2×10^{22} cm^{-3} है। उसका प्रयोगिक मान $+24.4 \times 10^{-11}$ m^3 c^{-1} है। अपने परिणाम पर टिप्पणी करें।

5. ***कोई एक*** भाग करें : 5x1=5

(a) FCC निकैल का संतृप्ति चुंबकन का मान 490 kA m^{-1} है। यदि निकैल का जालक स्थिरांक 3.52 Å हो तो प्रति परमाणु अवशिष्ट चुंबकीय आघूर्ण बोर मैग्नेट्रॉन के पदों में परिकलित करें।

(b) नैनो-संरचाओं को बनाने के लिए भा-अश्म लेखन विधि का विवरण करें।

भौतिक नियतांक :

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

$\hbar = 1.055 \times 10^{-34}$ Js

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

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

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

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

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