BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2013

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours *Maximum Marks : 50*

Note : ***All** questions are **compulsory**. However internal choices are provided. You may use log tables or non-programmable calculators. Symbols have their usual meanings. Values of physical constants are given at the end.*

1. Answer *any five* parts : **3x5=15**

(a) List all the symmetry elements of CH_4 molecule.

(b) Determine the volume of the primitive cell represented by the following primitive lattice vectors :

$$a_1 = 2\hat{j} + \hat{k} \; ; \; a_2 = 2\hat{i} + 2\hat{j} \; ; \text{ and}$$

$$a_3 = -\hat{i} - 2\hat{k} \; ;$$

(c) State the assumptions of the classical theory of heat capacity.

(d) List the three limitations of Drude - Lorentz theory.

(e) What is the difference between type I and type II superconductors ? Why is type II superconductor also known as hard superconductor ?

(f) With appropriate diagrams depict

(i) Substitutional impurity defect ;

(ii) Frankel defect ; and

(iii) Schottky defect

(g) Explain why the resistance of a thin metal film is larger than that of the bulk metal.

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

(a) Write the basis vectors for a bcc structure and obtain its atomic packing fraction (APF). **2+3**

(b) Prove that the reciprocal lattice of fcc is a bcc structure. **5**

(c) Obtain the condition governing the geometric structure factor for an fcc lattice. Write down the Miller indices for any two missing planes. **4+1**

3. Attempt *any one* part :

(a) List the three independent elastic constants for a cubic crystals. Explain the physical significance of each one of them. **2+3**

(b) The Debye temperature of silver is 215 K. Calculate the highest possible frequency of lattice vibrations and the molar heat capacity of silver at 10 K. 2+3

4. Attempt *any one* part : **10**

(a) Draw the periodic potential experienced by the electron in crystal lattice, as proposed by the Kronig - Penney model. Derive the condition to be satisfied by a wavefunction to represent an electron in this periodic potential. 2+8

(b) Obtain the expression for the concentration of holes in an intrinsic semiconductor. **10**

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

(a) With the help of a labelled diagram, describe the technique of directional freezing (Bridgman - Stock barger) method of crystal melt growth.

(b) Describe the classification of polymers on the basis of their structure and temperature dependent behaviour.

(c) Explain the use of piezo electric crystal as a pressure transducer. Draw the appropriate diagram.

Physical constants :

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

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

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

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

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

पी.एच.ई.-13

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2013

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 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 : 3x5=15

(a) CH_4 अणु में प्रेक्षित सममितियाँ तत्वों सूचीकृत करें।

(b) निम्नलिखित अभाज्य जालक सदिशों द्वारा निरूपित अभाज्य कोष्ठिका का आयतन परिकलित करें :

$$a_1 = 2\hat{j} + \hat{k} \; ; \; a_2 = 2\hat{i} + 2\hat{j} \; ; \text{ और } a_3 = -\hat{i} - 2\hat{k} \, ;$$

(c) ऊष्मा-धारिता के चिरप्रतिष्ठित सिद्धांत की अभिधारणाएँ बताएँ।

(d) ड्रूडे-लोरेन्ट्स सिद्धान्त की तीन कमियाँ सूचीकृत करें।

(e) प्ररूप - I और प्ररूप - II अतिचालक में क्या अन्तर हैं ? प्ररूप II अतिचालक को मज़बूत अतिचालक क्यों कहते हैं ?

(f) उपयुक्त आरेखों से :

(i) प्रतिस्थापन अपद्रव्य दोष

(ii) फ्रेंकेल दोष और

(iii) शॉटकी दोष संरेखित करें।

(g) समझाएँ कि धातु की तनु फ़िल्मों की प्रतिरोधकता ठोस धातु से अधिक क्यों होता है ?

2. ***कोई दो*** भाग करें : **5x2=10**

(a) bcc संरचना के लिए बेसिस सदिश लिखें तथा उसके लिए परमाण्वीय संकुलन गुणक (APF) परिकलित करें। **2+3**

(b) सिद्ध करें कि fcc संरचना की व्युत्क्रम जालक संरचना bcc होती है। **5**

(c) fcc जालक के लिए ज्यामितीय संरचना गुणक निर्धारित करने वाले प्रतिबंध की व्युत्पत्ति करें। इस संरचना के लिए कोई दो लुप्त समतलों के मिलर सूचकांक लिखें। **4+1**

3. ***कोई एक*** भाग करें :

(a) घनीय क्रिस्टल के तीन स्वतंत्र प्रत्यास्थ दुर्नम्यता नियतांक सूचीकृत करें। प्रत्येक नियतांक की भौतिक सार्थकता बताएँ। **2+3**

(b) चांदी का दिबाई तापमान 215 K है। चांदी में सम्भव जालक कम्पन की आवृत्ति का उच्चतम मान परिकलित करें। 10 K पर चांदी की मोलीय ऊष्मा-धारिता भी परिकलित करें। 2+3

4. ***कोई एक*** भाग करें : 10

(a) क्रोयनिंग-पेनी मॉडल के अनुसार क्रिस्टल जालक में इलेक्ट्रॉन द्वारा अनुभूत आवर्त्ती विभव आरेखित करें। उस शर्त के व्यंजक की व्युत्पत्ति करें जिसके पूरा होने पर तरंगफलन इलेक्ट्रॉन को आवर्त्ती विभव में निरूपित कर सकता है। 2+8

(b) नैज अर्धचालक में होल की सान्द्रता के लिए व्यंजक प्राप्त करें। 10

5. ***कोई दो*** भाग करें : 5x2=10

(a) चिन्हित आरेख की सहायता से दिशिक हिमीकरण (ब्रिजमैन-स्टॉकबार्गर) विधि द्वारा क्रिस्टल गलन वृद्धि समझाएँ।

(b) बहुलकों का, उनकी संरचना तथा उनके तापाश्रित व्यवहार के आधार पर, वर्गीकरण का विवरण करें।

(c) दाब विद्युत क्रिस्टल का उपयोग एक दाब ट्रान्सड्यूसर के रूप में कैसे किया जाता है, समझाएँ। उपयुक्त आरेख भी बनाएँ।

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

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