

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2014

02521

PHYSICS

PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : *Attempt all questions. The marks for each question are given against it. You may use log-tables or non-programmable calculators. Symbols have their usual meaning. Values of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any **five** parts : $3 \times 5 = 15$
- (a) Determine the symmetries observed in an ammonia molecule.
 - (b) How does the X-ray reflection from a crystal lattice differ from ordinary reflection by a plane mirror ?
 - (c) Under what conditions does a linear monoatomic chain act as a dispersionless medium ?

- (d) Draw the spin diagrams for ferromagnets, antiferromagnets and ferrites. How do they differ from each other ?
- (e) What is the origin of formation of depletion region in a semiconductor p-n junction ?
- (f) The Debye temperature for Aluminum is 418 K. Calculate the frequency of the highest possible lattice vibration in Aluminium.
- (g) Classify polymers on the basis of structure and thermal behaviour.
- (h) Distinguish between type I and type II superconductors.

2. Attempt any *two* parts :

5×2=10

- (a) What is packing fraction of a crystal structure ? Determine the atomic packing fraction for fcc structure.
- (b) Draw the first Brillouin zone for (i) 2-D oblique reciprocal lattice and (ii) 3-D simple cubic reciprocal lattice.
- (c) Derive the expression for geometrical structure factor for intensity of diffraction spots of X-rays by a crystal lattice and calculate it for a simple cubic crystal.

3. Attempt any *one* part :

5

- (a) Derive the expression for the heat capacity of a solid as per Einstein theory.
- (b) List the types of bonding in a solid. Explain any two of them with the help of appropriate diagrams.

4. Attempt any *two* parts :

5×2=10

- (a) Draw the potential experienced by an electron in a 1D crystal lattice. How is this potential represented in the Krönig-Penney model ? Set up the Schrödinger equation for the electron in this model.
- (b) The Fermi energy of silver is 5.5 eV. If the Fermi energy is independent of temperature, calculate the electronic heat capacity and electronic thermal conductivity at room temperature. The relaxation time at Fermi level is $\tau_F = 10^{-14}$ s.
- (c) With the help of appropriate diagram, explain Meissner Effect and explain how perfect diamagnetism is a fundamental property of superconductors.

5. Attempt any *two* parts :

5×2=10

- (a) Describe the normal spinel structure of a ferrite. Calculate the magnetic moment of magnetite in units of μ_B .
- (b) With the help of appropriate diagrams, explain point defects and screw dislocations in a crystal.
- (c) Describe photolithographic technique of manufacturing micro-electronic circuits.

Physical constants :

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

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

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

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

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

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2014

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । आप लॉग-सारणी अथवा अप्रोग्रामी कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं ।

1. कोई पाँच भाग हल कीजिए :

3×5=15

- (क) अमोनिया अणु में प्रेक्षित सममितियाँ निर्धारित कीजिए ।
- (ख) एक क्रिस्टल जालक से X-किरण परावर्तन और एक समतल दर्पण से साधारण परावर्तन में क्या अंतर है ?
- (ग) किन प्रतिबंधों के अन्तर्गत एक रैखिक एकपरमाण्विक शृंखला एक परिक्षेपण-विहीन माध्यम की तरह व्यवहार करती है, बताइए ।

- (घ) लोह-चुम्बकों, प्रति-लोहचुम्बकों और फेराइटों के लिए प्रचक्रण आरेख बनाइए। ये एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न हैं ?
- (ङ) अर्धचालक p-n संधि में अवक्षय क्षेत्र की रचना का उद्भव क्या है ?
- (च) ऐलुमिनियम का डिबाई तापमान 418 K है। ऐलुमिनियम में संभव जालक कंपन की आवृत्ति का उच्चतम मान परिकलित कीजिए।
- (छ) संरचना और तापाश्रित (तापीय) व्यवहार के आधार पर बहुलकों का वर्गीकरण कीजिए।
- (ज) प्ररूप I और प्ररूप II अति-चालकों में अन्तर बताइए।

2. कोई दो भाग हल कीजिए :

5×2=10

- (क) किसी क्रिस्टल संरचना का संकुलन गुणांक क्या होता है ? fcc संरचना के लिए परमाण्वीय संकुलन गुणांक निर्धारित कीजिए।
- (ख) एक (i) 2-D तिर्यक व्युत्क्रम जालक तथा (ii) एक 3-D सरल घनीय व्युत्क्रम जालक के लिए प्रथम ब्रिलुवां क्षेत्र आरेखित कीजिए।
- (ग) एक क्रिस्टल जालक से प्राप्त X-किरण विवर्तन बिन्दुओं की तीव्रता के लिए ज्यामितीय संरचना गुणक के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए और एक सरल घनीय क्रिस्टल के लिए उसका परिकलन कीजिए।

3. कोई एक भाग हल कीजिए :

5

- (क) आइन्स्टाइन सिद्धांत के अनुसार एक ठोस की ऊष्मा-धारिता के व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए ।
- (ख) ठोसों में कितने प्रकार के आबंधन पाए जाते हैं, सूचीबद्ध कीजिए । उपयुक्त आरेखों की सहायता से इनमें से कोई दो प्रकार के आबंधन समझाइए ।

4. कोई दो भाग हल कीजिए :

5×2=10

- (क) 1D क्रिस्टल जालक में एक इलेक्ट्रॉन द्वारा अनुभूत विभव आरेखित कीजिए । क्रोयनिंग-पैनी मॉडल में इस विभव को कैसे निरूपित किया जाता है, बताइए । इस मॉडल में इलेक्ट्रॉन के लिए श्रोडिंगर समीकरण स्थापित कीजिए ।
- (ख) चांदी की फर्मी ऊर्जा 5.5 eV है । यह मानते हुए कि फर्मी ऊर्जा तापमान पर निर्भर नहीं करती, कमरे के तापमान पर इलेक्ट्रॉनिक ऊष्मा-धारिता और इलेक्ट्रॉनिक ऊष्मीय चालकता परिकलित कीजिए । फर्मी स्तर के संगत विश्रान्ति काल का मान $\tau_F = 10^{-14}$ s है ।
- (ग) उपयुक्त आरेख की सहायता से, माइस्नर प्रभाव समझाइए तथा समझाइए कि पूर्ण प्रतिचुंबकत्व अति-चालक का एक मूलभूत गुणधर्म है ।

5. कोई दो भाग हल कीजिए :

5×2=10

- (क) फेराइट की सामान्य स्पिनेल संरचना का वर्णन कीजिए ।
 μ_B की इकाइयों में मैग्नेटाइट के चुम्बकीय आघूर्ण का परिकलन कीजिए ।
- (ख) उपयुक्त आरेखों की सहायता से, एक क्रिस्टल में बिन्दु त्रुटि और पेंच प्रभ्रंश समझाइए ।
- (ग) माइक्रो-इलेक्ट्रॉनिक परिपथों के निर्माण के लिए भा-अश्मलेखन प्रविधि का वर्णन कीजिए ।

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

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