634172

No. of Printed Pages : 8

PHE-13

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)
Term-End Examination
June, 2019
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 calculator. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any *five* parts : 5×3=15

(a) Boron hydride (BH_3) forms a planar trigonal molecule. Write down its symmetry elements.

(b) Draw the first Brillouin zone for a 2-D oblique reciprocal lattice.

(c) Explain, with the help of diagrams, the different types of interactions giving rise to van der Waals bonding.

(d) The Debye temperature for chromium is 630 K. Calculate the frequency of highest possible lattice vibration in chromium.

(e) The experimentally observed value of room temperature electrical conductivity for

aluminium is $3.8 \times 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$. Calculate the relaxation time for electron-ion collision. Given that the free electron concentration is $1.98 \times 10^{29} m^{-3}$.

(f) What do you understand by the critical magnetic field and critical current density of a superconductor ?

(g) Describe the different classes of polymers based on their structure.

(h) Distinguish between substitutional, interstitial and self-interstitial defects in a crystal with the help of labelled diagrams.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Define the atomic packing fraction for a crystal structure. Calculate the atomic packing fraction for a bcc structure. 1+4

(b) The primitive translation vectors of a crystal lattice are given by : 2+3

$$\vec{a}_1 = \frac{\sqrt{3}\,a}{2}\hat{i} + \frac{a}{2}\hat{j}$$

$$\vec{a}_2 = -\frac{\sqrt{3}\,a}{2}\hat{i} + \frac{a}{2}\hat{j}$$

$$\vec{a}_3 = c\,\hat{k}.$$

Calculate the volume of the primitive cell and obtain the primitive translation vectors of the reciprocal lattice.

(c) Explain the Laue method of X-ray diffraction. What are the limitations of this method ? 4+1

3. Answer any ***one*** part : 1×5=5

(a) Consider a chain of identical atoms of mass *m*, held together by elastic springs, each of force constant K. Write the equation of motion for the *n*th atom displaced from its equilibrium position. Using a solution in the form of a progressive wave, derive the expression relating the angular frequency and wave number of the longitudinal wave.

1+4

(b) Discuss the classical theory of heat capacity and derive the expression for the molar heat capacity. 2+3

4. Answer any ***two*** questions : 2×5=10

(a) Describe Hall effect and derive the expression for the Hall coefficient. How does band theory explain the positive Hall coefficient in metals ? 4+1

(b) Explain the formation of the depletion region in a p-n junction. What is the built-in potential ? What are the factors on which it depends ? 2+1+2

(c) A monovalent bcc solid has a lattice constant 5.0Å. Calculate its Fermi energy.

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Write down the characteristics of a ferrite in an inverse spinal structure. Hence calculate the magnetic moment of magnetite in unit of Bohr magneton. 2+3

(b) With the help of a diagram explain the float zone technique of crystal growth. 5

(c) What are liquid crystals ? Explain the structure and working of a liquid crystal display. 1+4

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

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

पी. एच. ई.-13

विज्ञान स्नातक (बी. एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2019

पी. एच. ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं; परन्तु आन्तरिक विकल्प दिये गए हैं। आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिये गए हैं।

1. किन्हीं **पाँच** भागों के उत्तर दीजिए : 5×3=15

(क) बोरॉन हाइड्राइड (BH_3) एक समतलीय त्रिसमनताक्ष अणु बनाता है। इसके सममिति अवयव लिखिए।

(ख) एक 2D तिर्यक व्युत्क्रम जालक के लिए प्रथम ब्रिलुवाँ क्षेत्र आरेखित कीजिए।

(ग) आरेखों की सहायता से वान्डर वाल्स आबंधन को जन्म देने वाली विभिन्न प्रकार की अन्योन्यक्रियाएँ समझाइए।

(घ) क्रोमियम का डिबाई तापमान 630 K है। क्रोमियम में संभव जालक कम्पनों की आवृत्ति का उच्चतम मान परिकलित कीजिए।

(ङ) एल्यूमिनियम में कक्ष तापमान पर वैद्युता चालकता का प्रयोगिक प्रेक्षित मान $3.8 \times 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$ है। इलेक्ट्रॉन-आयन संघट्टनों के लिए विश्रांति काल परिकलित कीजिए। दिया गया है कि मुक्त इलेक्ट्रॉन सान्द्रता $1.98 \times 10^{29} m^{-3}$, है।

(च) एक अतिचालक के क्रान्तिक चुम्बकीय क्षेत्र और क्रान्तिक धारा घनत्व से आप क्या समझते हैं ?

(छ) संरचना के आधार पर बहुलकों के वर्गीकरण का वर्णन कीजिए।

(ज) चिन्हित आरेखों की सहायता से क्रिस्टल में प्रतिस्थापन, अंतराकाशी और स्व-अन्तराकाशी दोष समझाइए।

2. किन्हीं **दो** भागों का उत्तर दीजिए : 2×5=10

(क) किसी क्रिस्टल संरचना के लिए परमाणवीय संकुलन गुणांक की परिभाषा दीजिए। bcc संरचना के लिए परमाणवीय संकुलन गुणांक परिकलित कीजिए। 1+4

(ख) एक क्रिस्टल जालक के अभाज्य स्थानांतरण सदिश निम्नलिखित हैं : 2+3

$$\vec{a}_1 = \frac{\sqrt{3}\,a}{2}\hat{i} + \frac{a}{2}\hat{j}$$

$$\vec{a}_2 = -\frac{\sqrt{3}\,a}{2}\hat{i} + \frac{a}{2}\hat{j}$$

$$\vec{a}_3 = c\,\hat{k}.$$

इस जालक के अभाज्य एकक कोष्ठिका का आयतन प्राप्त कीजिए और उसके व्युत्क्रम जालक के अभाज्य स्थानांतरण सदिश निर्धारित कीजिए।

(ग) एक्स-किरण विवर्तन के लिए लाउए विधि समझाइए। इस विधि की क्या परिसीमाएँ हैं ?

4+1

3. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : 1×5=5

(क) एक ही प्रकार के परमाणुओं की एक शृंखला लीजिए। इसमें प्रत्येक परमाणु का द्रव्यमान m है और ये एक-दूसरे से प्रत्यास्थ कमानियों द्वारा जुड़े हैं; जिनका बल नियतांक K है। अपने साम्य स्थान से विस्थापित nवें परमाणु का गति का समीकरण लिखिए। प्रगामी तरंग रूप का हल लेते हुए, अनुदैर्घ्य तरंग की कोणीय आवृत्ति और तरंग संख्या, के सम्बन्ध में व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

1+4

(ख) ऊष्मा-धारिता के चिरप्रतिष्ठित सिद्धान्त के विषय में बताइए और मोलीय ऊष्मा-धारिता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 2+3

4. किन्हीं **दो** प्रश्नों के उत्तर दीजिए : 2×5=10

(क) हॉल प्रभाव के विषय में लिखिए और हॉल गुणांक का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। बैंड सिद्धान्त के आधार पर समझाइए कि धातुओं में हॉल गुणांक धनात्मक क्यों होता है ? 4+1

(ख) *p-n* सन्धि में अवक्षय क्षेत्र कैसे बनता है ? समझाइए। निर्मित विभव क्या होता है ? यह किन कारकों पर निर्भर करता है ? 2+1+2

(ग) एक एकसंयोजक ठोस का जालक नियतांक 5.0 Å है। इसकी फर्मी ऊर्जा परिकलित कीजिए।

5. किन्हीं **दो** भागों का उत्तर दीजिए : 2×5=10

(क) प्रतिलोम स्पिनेल संरचना वाले फेराइट के अभिलक्षण लिखिए। इसके आधार पर मैग्नेटाइट के चुम्बकीय आघूर्ण का बोर मैग्नेटाइट के एकक में परिकलन कीजिए। 2+3

(ख) आरेख की सहायता से क्रिस्टल वृद्धि की प्लावी जोन तकनीक समझाइए। 5

(ग) द्रव क्रिस्टल क्या होते हैं ? द्रव क्रिस्टल प्रदर्श की संरचना और कार्यविधि समझाइए। 1+4

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

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