

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2022****PHYSICS****PHE-13 : PHYSICS OF SOLIDS***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

Note : *All questions are **compulsory**. However, internal choices are given. You may use calculator. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.*

1. Attempt any **five** parts :

$5 \times 3 = 15$

- (a) State and explain symmetry in a carbon dioxide molecule.
- (b) Determine the Miller indices of a plane that makes an intercept of 1 on the x-axis, -1 on the y-axis and is parallel to the z-axis.
- (c) State the properties of hydrogen bonds, with one example.

- (d) Debye temperature for gold is 170 K. Calculate the thermal energy of one mole of gold at Debye temperature on the basis of classical theory.
- (e) Calculate the velocity and effective mass of an electron in a crystalline solid whose energy is given by the relation $E = \frac{5 \hbar^2 k^2}{m}$.
- (f) With the help of appropriate diagrams, distinguish between ferromagnets, antiferromagnets and ferrites.
- (g) Distinguish between piezoelectric and ferroelectric materials. Give one example of each.
- (h) Write the expression for the Hall coefficient. What are its uses ?

2. Attempt any **two** parts : 2×5=10

- (a) Show that the reciprocal lattice of a simple cubic lattice is also a simple cubic structure. 5
- (b) Prove that for a close packed hcp lattice,

$$\frac{c}{a} = \sqrt{\frac{8}{3}}.$$
 5
- (c) Describe the Laue method of X-ray diffraction. Why is it not possible to determine the interplanar spacing by this method ? 4+1

3. Attempt any **one** part : 1×5=5

- (a) Write down the equation of motion for the longitudinal vibration of a chain of two different types of atoms. Explain the characteristics of the dispersion curve for this system. How is it different from the dispersion curve of a monatomic chain ? 2+2+1
- (b) Derive an expression for the heat capacity of a solid on the basis of Debye's theory. 5

4. Attempt any **two** parts : 2×5=10

- (a) The Fermi energy of a metal is 7 eV. Assuming that Fermi energy is independent of temperature, calculate the electronic heat capacity at room temperature. 5
- (b) Obtain the expression for the built-in potential (V_{bi}) in terms of the donor and acceptor concentrations for a p – n junction. 5
- (c) Define the following terms for a superconductor :
Critical temperature, critical magnetic field, critical current density, isotope effect, Meissner effect. 5

5. Attempt any **two** parts :

2×5=10

- (a) With the help of a diagram, explain the crystal pulling technique for semiconductor crystal growth. 5
- (b) Calculate the magnetic moment of $\text{Co}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$ in units of Bohr magnetons. The atomic number of Co is 27. 5
- (c) What are liquid crystals ? Explain the working of a Liquid Crystal Display. 2+3

Physical Constants :

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

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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

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

$$m_p = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)
सत्रांत परीक्षा
दिसम्बर, 2022

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। किन्तु, आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं। आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।

1. किन्हीं पाँच भागों को हल कीजिए :

5×3=15

(क) कार्बन डाइऑक्साइड अणु की सममिति बताइए और समझाइए।

(ख) एक समतल के मिलर सूचकांक निर्धारित कीजिए जो x और y-अक्षों के साथ क्रमशः 1 और -1 के अंतःखण्ड बनाता है और z-अक्ष के समान्तर है।

(ग) एक उदाहरण के साथ, हाइड्रोजन आबंधों के गुणधर्म बताइए।

- (घ) सोने का डिबाई तापमान 170 K है। चिरप्रतिष्ठित सिद्धांत के आधार पर डिबाई तापमान पर सोने के एक मोल की ऊष्मीय ऊर्जा परिकलित कीजिए।
- (ङ) किसी क्रिस्टलीय ठोस में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी गयी है : $E = \frac{5 \hbar^2 k^2}{m}$
इस इलेक्ट्रॉन का वेग और प्रभावी द्रव्यमान परिकलित कीजिए।
- (च) उपयुक्त आरेखों की सहायता से लोहचुम्बक, प्रति-लोहचुम्बक और फेराइट में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
- (छ) दाब-विद्युत् और लोह-विद्युत् पदार्थों में अन्तर स्पष्ट कीजिए। प्रत्येक का एक उदाहरण दीजिए।
- (ज) हॉल गुणांक का व्यंजक लिखिए। इसके क्या उपयोग हैं ?

2. किन्हीं दो भागों को हल कीजिए : 2×5=10

- (क) सिद्ध कीजिए कि एक सरल घनीय संरचना के व्युत्क्रम जालक की संरचना भी एक सरल घनीय जालक होती है। 5
- (ख) सुसंकुलित hcp जालक के लिए सिद्ध कीजिए कि $\frac{c}{a} = \sqrt{\frac{8}{3}}$. 5
- (ग) एक्स-किरण विवर्तन की लाउए विधि का वर्णन कीजिए। इस विधि द्वारा हम अन्तरातलीय दूरी क्यों निर्धारित नहीं कर सकते हैं ? 4+1

3. किसी एक भाग को हल कीजिए :

$1 \times 5 = 5$

(क) दो भिन्न प्रकार के परमाणुओं की शृंखला के अनुदैर्घ्य कम्पन के संगत गति समीकरण लिखिए । इस निकाय के परिक्षेपण वक्र के अभिलक्षण समझाइए । यह एक एकपरमाण्विक शृंखला के परिक्षेपण वक्र से कैसे भिन्न है ?

$2 + 2 + 1$

(ख) डिबाई सिद्धांत के आधार पर ठोस की ऊष्मा-धारिता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

5

4. किन्हीं दो भागों को हल कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

(क) किसी धातु की फर्मी ऊर्जा 7 eV है । यह मानते हुए कि फर्मी ऊर्जा तापमान पर निर्भर नहीं करती, कमरे के तापमान पर इलेक्ट्रॉनिक ऊष्मा-धारिता परिकलित कीजिए ।

5

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

5

(ग) एक अतिचालक के लिए निम्नलिखित पदों की परिभाषा दीजिए :

क्रान्तिक तापमान, क्रान्तिक चुम्बकीय क्षेत्र, क्रान्तिक धारा घनत्व, समस्थानिक प्रभाव, माइस्नर प्रभाव ।

5

5. किन्हीं दो भागों को हल कीजिए :

2×5=10

(क) आरेख की सहायता से, अर्धचालक पदार्थों की क्रिस्टल वृद्धि की क्रिस्टल कर्षण विधि समझाइए । 5

(ख) बोर मैग्नेटॉन के पदों में $\text{Co}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{O}_4$ का चुम्बकीय आघूर्ण परिकलित कीजिए । Co का परमाणु क्रमांक 27 है । 5

(ग) द्रव क्रिस्टल क्या होते हैं ? द्रव क्रिस्टल प्रदर्श का प्रचालन समझाइए । 2+3

भौतिक नियतांक :

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

$$N_A = 6.023 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

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

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

$$m_p = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$