

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2013

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. Use of log-table and non-programmable calculator is **allowed**. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at end.

1. Attempt **any five** parts : **3x5=15**
- (a) On the basis of symmetry considerations, explain why a square is more symmetric than a pentagon.
 - (b) What boundary condition would you impose for determining modes of vibrations of an endless chain of identical atoms ?
 - (c) Is this statement correct :
'The resistivity of a pure metal specimen is infinite at absolute zero'. Explain your answer.
 - (d) Explain the significance of the Debye frequency.
 - (e) Calculate the magnetic moments of Cr^{2+} and Fe^{3+} ions. (Atomic numbers of Cr and Fe are 24 and 26, respectively).

- (f) What is the origin of the periodic potential field experienced by electrons in a crystalline solid ?
- (g) State Meissner Effect. What is its significance for a superconductor ?
- (h) Distinguish between piezoelectricity and ferroelectricity. Give one application of each.

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

- (a) The primitive translation vectors of a hexagonal direct lattice are given by :

$$\vec{a}_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}_i + \frac{1}{2} \hat{a}_j; \vec{a}_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}_i + \frac{1}{2} \hat{a}_j; \vec{a}_3 = c\hat{k}$$

Determine the reciprocal lattice vectors.

- (b) Show that five fold rotational symmetry is prohibited in a crystal lattice.
- (c) With the help of an appropriate diagram, explain the powder diffraction method of determining crystal structure.

3. Answer *any one* part :

- (a) Derive the dispersion relation for a monoatomic chain of atoms. 5
- (b) With the help of appropriate diagrams, explain Vander Waals forces on the basis of the three types of interactions. 5

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

- (a) What do you understand by group velocity of a Block wave in a crystal ? What is effective mass of an electron ? Explain the concept of hole.

- (b) For a cubical metal specimen of side L , the energy of an electron is given by

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{h^2}{8mL^2} n^2 \text{ with}$$

$$n^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$$

show that the number of energy states for electrons in the energy range E to $E + dE$ is given by :

$$z(E) dE = \frac{\pi}{2} \left(\frac{8mL^2}{h^2} \right)^{3/2} E^{1/2} dE$$

- (c) Derive an expression for the built - in potential at a p - n junction.

5. Answer *any two* parts :

5x2=10

- (a) With the help of appropriate diagrams, explain the formation of domains in a ferromagnetic material. Give two applications of ferromagnets.
- (b) Explain the phenomena of supercooling and supersaturation in the context of crystal growth. With the help of an appropriate diagram, explain the directional freezing technique of crystal growth.

- (c) Why are properties of thin films different from bulk materials ? Discuss the optical and electrical properties of thin films.

Physical constants :

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

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

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

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

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

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2013

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-13 : घन अवस्था भौतिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप लॉग सरणी 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) सममिति गुणधर्मों के आधार पर समझाईये कि एक वर्ग, एक पंचभुज से अधिक सममित क्यों हैं।
- (b) एक ही प्रकार के परमाणुओं की एक अंतहीन शृंखला की कंपन की विधाओं को निर्धारित करने के लिए आप कौन सी परिसीमा प्रतिबंधों का अनुप्रयोग करते हैं ?
- (c) क्या निम्नलिखित कथन सही है :
“पूर्ण रूप से शुद्ध धातु प्रतिदर्श की प्रतिरोधकता परम शून्य तापमान पर अनन्त होती है।” अपना उत्तर समझाएं।
- (d) डिबाई आवृत्ति की सार्थकता समझाएं।

- (e) Cr^{2+} और Fe^{3+} आयनों के चुंबकीय आधूर्ण परिकलित करें। (Cr और Fe के परमाणु संख्या क्रमशः 24 और 26 हैं।).
- (f) क्रिस्टलीय ठोसों में इलेक्ट्रॉनों के द्वारा अनुभूत आवर्ती विभव क्षेत्र का उद्भव क्या है?
- (g) माइस्नर प्रभाव क्या है और एक अतिचालक के लिए उसकी क्या सार्थकता है?
- (h) दाब विद्युत प्रभाव और लौह विद्युत प्रभाव में अन्तर बताएं और दोनों के एक-एक अनुप्रयोग बताएं।

2. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) एक षटकोणीय सामान्य जालक के अभाज्य स्थानांतरण सदिश निम्नलिखित है :

$$\vec{a}_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}_i + \frac{1}{2} \hat{a}_j;$$

$$\vec{a}_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}_i + \frac{1}{2} \hat{a}_j;$$

$$\vec{a}_3 = \hat{a}_k.$$

इस जालक के व्युत्क्रम जालक सादेश निर्धारित करें।

- (b) सिद्ध करें कि एक क्रिस्टल जालक में 5 -वलन पूर्णन सममिति अनुमत नहीं हैं।
- (c) उपयुक्त आरेख की सहायता से क्रिस्टल संरचना निर्धारित करने की पाऊंडर विवर्तन विधि समझाएं।

3. कोई एक भाग करें :

- (a) परमाणुओं की एक एकपरमाण्विक श्रृंखला के लिए 5
परिक्षेपण संबंध की व्युत्पत्ति करें।
- (b) उपयुक्त आरेखों की सहायता से, तीन प्रकार के 5
अन्योन्यक्रियाएं के आधार पर वान्डरवाल्स बल समझाएं।

4. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) किसी क्रिस्टल में ब्लॉक तरंग के समूह वेग से आप क्या समझते हैं? इलेक्ट्रॉन का प्रभावी द्रव्यमान क्या होता है? होल की अवधारणा समझाएं।
- (b) L भुजा वाले एक प्पनीय धात्विक प्रतिदर्श में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$E_{n_x, n_y, n_z} = \frac{h^2}{8mL^2} n^2 \text{ जहाँ } n^2 = n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$$

है।

सिद्ध करें कि ऊर्जा अंतराल E और E + dE के बीच ऊर्जा अवस्थाओं की संख्या निम्नलिखित है :

$$z(E) dE = \frac{\pi}{2} \left(\frac{8mL^2}{h^2} \right)^{3/2} E^{1/2} dE.$$

- (c) एक p - n संधि में निर्मित विभव के व्यंजक की व्युत्पत्ति करें।

5. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) उपयुक्त आरेखों की सहायता से एक लोह चुंबकीय पदार्थ में भिथियों का निर्माण समजाएं। लोह चुंबकीय पदार्थों के दो अनुप्रयोग भी बताएं।

- (b) क्रिस्टल वृद्धि के संदर्भ में अतिशीतलन और अतिसंतृप्ति समझाएं। उपयुक्त आरेख की सहायता से क्रिस्टल वृद्धि की दिशिक हिमीकरण विधि समझाएं।
- (c) तनु फिल्मों के गुणधर्म पुंज पदार्थ से भिन्न क्यों होते हैं? तनु फिल्मों के प्रकाशिक और वैद्युत गुणधर्म समझाएं।

भौतिक नियतांक :

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

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

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

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

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