S-534 Roll No. …………………..

PH–10

Solid State Physics/ठोस अवस्था भौतिकी

Bachelor of Science (BSC–12/16)

Third Year, Examination, 2018

Time : 3 Hours **Max. Marks : 40**

Note : This paper is of **forty (40)** marks containing **three (03)** sections A, B and C. Learners are required to attempt the questions contained in these sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्न पत्र चालीस (40) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों 'क', 'ख' तथा 'ग' में विभाजित है। शिक्षार्थियों को इन खण्डों में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

Section–A / खण्ड–क

(Long Answer Type Questions) / (दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'A' contains four (04) long answer type questions of nine and half ($9\frac{1}{2}$) marks each. Learners are required to answer *two* (02) questions only.

नोट : खण्ड 'क' में चार (04) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए साढ़े नौ ($9\frac{1}{2}$) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. What do you mean by reciprocal lattice vecter ? Write symmetric basis vectors of a B. C. C. crystal. Calculate reciprocal lattice of the B. C. C. crystal using its symmetric basis vectors.

   व्युत्क्रम जालक सदिश से आप क्या समझते हैं ? एक बी. सी. सी. जालक के सममित मूल सदिशों को लिखिए। सममित मूल सदिशों के प्रयोग में इस बी. सी. सी. जालक के व्युत्क्रम जालक सदिशों की गणना कीजिए।

2. What do you understand from ionic bonding ? Discuss properties of an ionic solid. Calculate Madelung constant of one-dimensional ionic solid.

   आयनिक आबन्ध से आप क्या समझते हैं ? आयनिक ठोस के गुणों का वर्णन कीजिए। एकविमीय आयनिक ठोस के मेडलंग स्थिरांक की गणना कीजिए।

3. Discuss limitations of free electron theory of metal. Highlight conclusion of K. P. model for one-dimensional solid.

   धातु के स्वतन्त्र इलेक्ट्रॉन सिद्धान्त की सीमाओं को बताइए। एक-विमीय ठोस हेतु के. पी. मॉडल के निष्कर्षों को उल्लेखित कीजिए।

4. What do you mean by Cooper pairs ? Discuss thermodynamic properties of a superconductor.

   कूपर युग्म से आप क्या समझते हैं ? एक अतिचालक के ऊष्मागतिकीय गुणों का वर्णन कीजिए।

Section–B / खण्ड–ख

(Short Answer Type Questions) / (लघु उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'B' contains eight (08) short answer type questions of four (04) marks each. Learners are required to answer *four* (04) questions only.

नोट : खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए चार (04) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल चार (04) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. What do you mean by transilational symmetry of a crystal ? Define unit cell of SC crystal.

   एक जालक के स्थान परिवर्तन समरूपता से आप क्या समझते हैं ? एक SC जालक के एकक कक्ष को परिभाषित कीजिए।

2. Discuss structure of a NaCl crystal.

   एक NaCl जालक की संरचना का वर्णन कीजिए।

3. What do you mean by Hydrogen bonding ? Why H_2S exists in gaseous state at STP while H_2O in the liquid state ?

   हाइड्रोजन आबन्ध से आप क्या समझते हैं ? क्यों एस. टी. पी. पर H_2S गैसीय प्रावस्था में पाया जाता है जबकि H_2O द्रव प्रावस्थ में ?

4. Calculate the packing fraction of a B. C. C. crystal.

   एक बी. सी. सी. जालक के संकुलन अंश की गणना कीजिए।

5. Discuss Ewald construction for X-ray diffraction from a crystal.

   एक जालक से X-किरण विवर्तन हेतु इवाल्ड रचना का वर्णन कीजिए।

6. What do you mean by penetration depth and coherence length ?

   समबद्ध लम्बाई तथा विभेदन गहराई से आप क्या समझते हैं ?

7. Discuss free electron theory of metals.

   धातुओं के स्वतन्त्र इलेक्ट्रॉन सिद्धान्त का वर्णन कीजिए।

8. Compare paramagnetism from ferromagnetism.

   अनुचुम्बकत्व की लौह-चुम्बकत्व से तुलना कीजिए।

Section–C / खण्ड–ग

(Objective Type Questions) / (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

Note : Section 'C' contains ten (10) objective type questions of half $\left(\frac{1}{2}\right)$ mark each. All the questions of this section are compulsory.

नोट : खण्ड 'ग' में दस (10) वस्तुनिष्ठ प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए आधा $\left(\frac{1}{2}\right)$ अंक निर्धारित है। इस खण्ड के सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

Choose the correct option :

सही विकल्प चुनिए :

1. Basis vectors of a SC crystal may be :

   (a) $a\hat{i}, a\hat{j}, a\hat{k}$

(b) $-a\hat{i}, -a\hat{j}, -a\hat{k}$

(c) $\pm a\hat{i}, \pm a\hat{j}, \pm a\hat{k}$

(d) Option (a), (b) and (c) all are true

where *a* is length of arm of the cube and $\hat{i}, \hat{j}$ and $\hat{k}$ are unit vectors along three axes of the cube.

एक SC जालक के मूल सदिश हो सकते हैं :

(अ) $a\hat{i}, a\hat{j}, a\hat{k}$

(ब) $-a\hat{i}, -a\hat{j}, -a\hat{k}$

(स) $\pm a\hat{i}, \pm a\hat{j}, \pm a\hat{k}$

(द) (अ), (ब) तथा (स) सभी विकल्प सही हैं।

जहाँ *a* घन के भुजा की लम्बाई तथा $\hat{i}, \hat{j}$ व $\hat{k}$ घन की भुजा के तीनों दिशाओं में एकक सदिश है।

2. Triclinic crystal has *n* fold symmetry axis, where *n* is :

(a) 1

(b) 2

(c) 4

(d) 6

तीन असम कोणों वाले जालक में *n* सममितीय अक्ष है, जहाँ *n* है :

(अ) 1

(ब) 2

(स) 4

(द) 6

3. Ideal gas atoms may have :
   (a) Ionic bonding
   (b) Covalent bonding
   (c) Van der Waals bonding
   (d) Metallic bonding

   आदर्श गैस के परमाणुओं में हो सकता है :
   (अ) आयनिक आबन्ध
   (ब) सहसंयोजक आबन्ध
   (स) वाण्डर वाल्स का आबन्ध
   (द) धात्विक आबन्ध

4. Energy gap in the superconductor is tide to :
   (a) Fermi surface
   (b) Lattice
   (c) Fermi surface and lattice
   (d) Neither to lattice nor to Fermi surface

   अतिचालक में ऊर्जा दरार बँधा होता है :
   (अ) फर्मी सतह से
   (ब) जालक से
   (स) फर्मी सतह तथा जालक से
   (द) न तो जालक न ही फर्मी सतह से

5. Defect free ionic crystals optically are :
   (a) Transparent
   (b) Opaque
   (c) Coloured
   (d) None of these

दोषमुक्त आयनिक ठोस प्रकाशकीय रूप से :

(अ) पारदर्शी

(ब) अपारदर्शी

(स) रंगीन

(द) इनमें से कोई नहीं

6. For a superconductor (where *a* and *b* are constant) :

(a) $C_V = aT^3$

(b) $C_V = bT$

(c) $C_V = aT^3 + bT$

(d) $C_V = ae^{-\frac{6}{T}}$

एक अतिचालक हेतु (जहाँ *a* तथा *b* स्थिरांक हैं) :

(अ) $C_V = aT^3$

(ब) $C_V = bT$

(स) $C_V = aT^3 + bT$

(द) $C_V = ae^{-\frac{6}{T}}$

7. Choose a correct relation from the following :

(a) $\frac{\sigma}{kT} = L$

(b) $\frac{kT}{\sigma} = L$

(c) $\frac{k}{\sigma} = \frac{L}{T}$

(d) $\sigma kT = L$

where σ, k, T and L respectively are electrical conductivity, thermal conductivity, temperature and Lorenz number.

निम्नलिखित में से एक सही समीकरण चुनिये :

(अ) $\frac{\sigma}{kT} = L$

(ब) $\frac{kT}{\sigma} = L$

(स) $\frac{k}{\sigma} = \frac{L}{T}$

(द) $\sigma kT = L$

जहाँ क्रमशः σ, K, T व L विद्युत चालकता, ऊष्मा चालकता, तापमान तथा लॉरेन्ज संख्या हैं।

8. Ewald condition of X-ray diffraction may be written as :

(a) $\underline{s}.\underline{G} = \frac{1}{2}G^2$

(b) $\underline{s} = \frac{1}{2} - G$

(c) $\underline{s}.\underline{G} = \underline{s'}$

(d) All of the above

where $\underline{G}$ is the reciprocal lattice vector that satisfies the diffraction condition, while $\underline{s}$ and $\underline{s'}$ are the unit

vectors along the direction of incident and diffracted X-ray, respectively.

एक्स-किरण विवर्तन हेतु इवाल्ड का शर्त ऐसे लिखा हो सकता है :

(अ) $\underline{s}.\underline{G} = \frac{1}{2}G^2$

(ब) $\underline{s} = \frac{1}{2} - G$

(स) $\underline{s}.\underline{G} = \underline{s'}$

(द) उपर्युक्त सभी

जहाँ $\underline{G}$ व्युत्क्रम जालक सदिश है जो एक्स-किरण विवर्तन की शर्त का पालन करता है, जबकि क्रमशः $\underline{s}$ तथा $\underline{s'}$ आपतित तथा विवर्तित एक्स-किरण की दिशा में एकल सदिश हैं।

9. If $\underline{a}.\underline{a}^* = p$, $\underline{a}^*.\underline{b} = q$ and $\underline{a}^*.\underline{c} = r$, then :

(a) $p = 1, q = 1$ and $r = 1$

(b) $p = 1, q = r = 0$

(c) $p = q = r = 0$

(d) $p = 0, q = r = 1$

यदि $\underline{a}.\underline{a}^* = p$, $\underline{a}^*.\underline{b} = q$ और $\underline{a}^*.\underline{c} = r$, तब :

(अ) $p = 1, q = 1$ तथा $r = 1$

(ब) $p = 1, q = r = 0$

(स) $p = q = r = 0$

(द) $p = 0, q = r = 1$

10. A crystal does not possess n fold symmetry, where n is :

(a) 3, 5, 7

(b) 3, 5

(c) 3, 7

(d) 5, 7

एक जालक में n गुणा सममित अक्ष नहीं है, जहाँ n है :

(अ) 3, 5, 7

(ब) 3, 5

(स) 3, 7

(द) 5, 7