



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY
B.Sc. Programme 6th Semester Examination, 2021

PHSGDSE03T-PHYSICS (DSE2)

SOLID STATE PHYSICS

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

The figures in the margin indicate full marks.
Candidates should answer in their own words
and adhere to the word limit as practicable.

প্রান্তিক সীমার মধ্যস্থ সংখ্যাটি পূর্ণমান নির্দেশ করে।
পরীক্ষার্থীরা নিজের ভাষায় যথা সম্ভব শব্দসীমার মধ্যে
উত্তর করিবে।

Question No. 1 is compulsory and answer any two from the rest

১নং প্রশ্ন আবশ্যিক এবং অন্য প্রশ্ন থেকে যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

1. Answer any *ten* questions from the following:

2×10 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

- A crystal plane makes intercepts of 1, 2, and 0.5 Å on the crystallographic axes of a simple cubic crystals with $a:b:c = 1:1:1$. Determine the Miller indices of this plane.
একটি সরল ঘনকাকৃতি কেলাসের ($a:b:c = 1:1:1$) কেলাস-অক্ষগুলিতে কোনো কেলাস তলের ছেদিতাংশ (intercepts) হল যথাক্রমে 1, 2 এবং 0.5 Å। ওই তলের মিলার সূচকগুলি নির্ণয় করো।
- Show how to construct the first Brillouin zone for a square lattice.
একটি বর্গাকৃতি ল্যাটিস-এর প্রথম ব্রিলোয়ান অঞ্চল (Brillouin zone) কীভাবে গঠন করা যায় তা দেখাও।
- Why X-rays are useful in observing the crystal diffraction?
কেলাসে-প্রিভর্তন পর্যবেক্ষণ করার জন্য এক্স-রশ্মি কেন উপযোগী ?
- How is dielectric constant related to electric susceptibility?
পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কীভাবে তড়িৎ প্রবণতার সঙ্গে সম্পর্কিত ?
- Find the dimension of atomic polarizability.
পারমাণবিক ধ্রুবণশীলতা (atomic polarizability)-এর মাত্রা নির্ণয় করো।
- What is phonon?
ফোনন কী ?
- What do you mean by an intrinsic semiconductor and an extrinsic semiconductor?
স্বকীয় (intrinsic) অর্ধপরিবাহী ও পরকীয় (extrinsic) অর্ধপরিবাহী বলতে কী বোঝো ?
- What do you mean by a 'hole'?
'হোল' বলতে কী বোঝো ?
- Mention the main structural characteristics of crystalline solids.
কেলাসিত কঠিন পদার্থের প্রধান গঠনগত বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করো।

(j) What is a unit cell?

একক কোশ (unit cell) কী ?

(k) State Bragg's law of diffraction.

ব্র্যাগ-এর ব্যবর্তন সূত্রটি বিবৃত করো।

(l) What is the ferromagnetic Curie temperature?

অয়শ্চৌম্বক (ferromagnetic) কুরি উষ্ণতা কী ?

(m) Draw a typical hysteresis curve for a ferromagnetic substance.

একটি অয়শ্চৌম্বক (ferromagnetic) পদার্থের আদর্শ 'হিস্টেরেসিস' (hysteresis) লেখ আঁকো।

(n) The primitive translation vectors of a two dimensional lattice are $\vec{a} = 2\hat{i} + \hat{j}$ and $\vec{b} = 3\hat{j}$. Determine its reciprocal lattice.

কোনো দ্বিমাত্রিক ল্যাটিস-এর মৌলিক সরল ভেক্টরগুলি (primitive translation vectors) হল $\vec{a} = 2\hat{i} + \hat{j}$ এবং $\vec{b} = 3\hat{j}$ । এর বিপরীত ল্যাটিস-টি (reciprocal lattice) নির্ণয় করো।

(o) State Dulong-Petit law.

ডুলং-পেটি সূত্রটি বিবৃত করো।

2. (a) Show that the reciprocal lattice vector \vec{G} is normal to the plane (hkl) . 3

দেখাও যে, বিপরীত-ল্যাটিস ভেক্টর (reciprocal lattice vector) \vec{G} হল (hkl) তলের উপর লম্ব।

(b) Deduce the phonon dispersion relation for a linear monoatomic chain using the mass-spring model. 4

রৈখিক একপারমাণুক সজ্জা (linear monoatomic chain)-এর জন্য ভর ও স্প্রিং-এর প্রতিক্রম ব্যবহার করে ফোনন বিচ্ছুরণ সম্পর্কটি (dispersion relation) নির্ণয় করো।

(c) What is diamagnetism? Why diamagnetic materials have negative magnetic susceptibility? 1+2

তিরশ্চৌম্বকত্ব কী ? তিরশ্চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ঋণাত্মক হয় কেন ?

3. (a) Determine the inter-planar spacing for a simple cubic lattice with lattice constant 1.8 \AA for (110) planes and (111) planes, respectively. 3

কোনো সরল ঘনকাকৃতি ল্যাটিস-এর ল্যাটিস-ধ্রুবক 1.8 \AA হলে যথাক্রমে (110) তলসমূহ ও (111) তলসমূহের জন্য আন্তর্ভৌম দূরত্ব নির্ণয় করো।

(b) Draw typical dispersion curves for acoustic and optical phonons for $q \rightarrow 0$ in one dimension. 3

একমাত্রিক ক্ষেত্রে $q \rightarrow 0$ -এর জন্য 'অ্যাকস্টিক' ও 'অপটিক্যাল' ফোনন-এর আদর্শ বিচ্ছুরণ লেখচিত্র আঁকো।

(c) The magnetic field strength in a piece of metal is 10^6 A/m . Find the flux density (B) and the magnetization (M) in the metal. Assume that the magnetic susceptibility of the metal is -0.5×10^{-5} . 4

কোনো ধাতুতে চৌম্বক ক্ষেত্রপ্রাবল্য 10^6 A/m । ওই ধাতুতে ফ্লাক্স-ঘনত্ব (B) ও চুম্বকন (M) নির্ণয় করো। ধরে নাও ধাতুটির চৌম্বক প্রবণতা -0.5×10^{-5} ।

4. (a) A potassium crystal has a body-centered-cubic (bcc) lattice where each unit cell contains two K atoms. Density of K is 0.856 g/cm^3 and its atomic weight is 39.1. Calculate the lattice constant. 3
 পটাশিয়াম কেলাসে রয়েছে দেহ-কেন্দ্রিক ঘনকাকৃতি (bcc) ল্যাটিস যার প্রত্যেক একক কোশে আছে দুটি করে K পরমাণু। K-এর ঘনত্ব 0.856 g/cm^3 এবং পারমাণবিক গুরুত্ব 39.1। ল্যাটিস-ধ্রুবকটি নির্ণয় করো।
- (b) Derive an expression for the temperature dependence of the paramagnetic susceptibility using the quantum theory. 5
 উষ্ণতার উপর পরাচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা যেভাবে নির্ভর করে তার রাশিমালা নির্ণয় করো।
- (c) What do you mean by a forbidden energy gap? 2
 নিষিদ্ধ শক্তি অঞ্চল (forbidden energy gap) বলতে কী বোঝো ?
5. (a) Explain with the help of energy band diagrams the difference between metals and insulators. 3
 শক্তি-পটি (energy band)-এর চিত্রের সাহায্যে পরিবাহী ও অন্তরকের পার্থক্য ব্যাখ্যা করো।
- (b) Find the specific heat of a solid following Dulong and Petit. State the assumptions made in Einstein's theory of specific heat of a solid. 2+2
 ডুলং এবং পেটিট-এর অনুসরণে কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ সংক্রান্ত আইনস্টাইন-এর তত্ত্বের স্বীকার্যগুলি বিবৃত করো।
- (c) State Curie-Weiss law for ferromagnetism. Hence plot the ferromagnetic susceptibility as a function of $(T - T_c)^{-1}$ for $T > T_c$. 2+1
 অয়স্টেটিকতার কুরি-ভাইস সূত্রটি বিবৃত করো। এখান থেকে $T > T_c$ -এর জন্য $(T - T_c)^{-1}$ -এর অপেক্ষক হিসাবে অয়স্টেটিক প্রবণতার লেখচিত্র আঁকো।

N.B. : Students have to complete submission of their Answer Scripts through E-mail / Whatsapp to their own respective colleges on the same day / date of examination within 1 hour after end of exam. University / College authorities will not be held responsible for wrong submission (at in proper address). Students are strongly advised not to submit multiple copies of the same answer script.

—x—