



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) 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।
- (b) Show how to construct the first Brillouin zone for a square lattice.
একটি বর্গাকৃতি ল্যাটিস-এর প্রথম ব্রিলোয়াঁ অঞ্চল (Brillouin zone) কীভাবে গঠন করা যায় তা দেখাও।
- (c) Why X-rays are useful in observing the crystal diffraction?
কেলাসে বিবর্তন পর্যবেক্ষণ করার জন্য এক্স-রশ্মি কেন উপযোগী?
- (d) How is dielectric constant related to electric susceptibility?
পর্যাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক কীভাবে তড়িৎ প্রবণতার সঙ্গে সম্পর্কিত?
- (e) Find the dimension of atomic polarizability.
পারমাণবিক ধ্রুবণশীলতা (atomic polarizability)-এর মাত্রা নির্ণয় করো।
- (f) What is phonon?
ফোনন কী?
- (g) What do you mean by an intrinsic semiconductor and an extrinsic semiconductor?
স্বকীয় (intrinsic) অর্ধপরিবাহী ও পরকীয় (extrinsic) অর্ধপরিবাহী বলতে কী বোঝো?
- (h) What do you mean by a 'hole'?
'হোল' বলতে কী বোঝো?
- (i) 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 সরণ 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-পেটিট 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 একপরমাণুক সজ্জা (linear monoatomic chain)-এর জন্য ভর ও স্প্রিং-এর প্রতিক্রিয়া 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 আন্তর্জনীয় 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-পাতি (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
 অয়শ্চৌম্বকতার কুরি-ভাইস সূত্রটি বিবৃত করো। এখান থেকে $T > T_c$ -এর জন্য $(T - T_c)^{-1}$ -এর অপেক্ষক হিসাবে অয়শ্চৌম্বক 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—