



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY
B.Sc. Programme 6th Semester Examination, 2022

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।*

All symbols are of usual significance.

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) Amorphous solids are isotropic but crystalline solids are not. Explain.
অনিয়তাকার কঠিন পদার্থ সমদৈশিক (isotropic) কিন্তু কেলাসাকার কঠিন পদার্থ তা নয়। ব্যাখ্যা করো।
- (b) What are ferromagnetic domains?
অয়শ্চৌম্বক 'ডোমেন' (ferromagnetic domain) কী ?
- (c) Distinguish between polar and nonpolar dielectrics. Give examples.
মেরুবর্তী (polar) এবং অমেরুবর্তী (nonpolar) অন্তরক (dielectric) পদার্থের পার্থক্য নির্দেশ করো। উদাহরণ দাও।
- (d) What do you mean by critical temperature and critical field of a superconductor?
অতিপরিবাহীর সংকট উষ্ণতা (critical temperature) ও সংকট ক্ষেত্র প্রাবল্য (critical field) বলতে কী বোঝো ?
- (e) Draw energy level diagrams for *p*-type and *n*-type semiconductors.
p শ্রেণি ও *n* শ্রেণির অর্ধপরিবাহীর শক্তিস্তরের চিত্র আঁকো।
- (f) The primitive translation vectors of a two dimensional lattice are $\vec{a} = 2\hat{i}$ and $\vec{b} = \hat{i} - \hat{j}$. Determine its reciprocal lattice.
কোনো দ্বিমাত্রিক ল্যাটিস-এর মৌলিক সরণ ভেক্টরগুলি (primitive translation vectors) হল $\vec{a} = 2\hat{i}$ এবং $\vec{b} = \hat{i} - \hat{j}$ । এর বিপরীত ল্যাটিস-টি (reciprocal lattice) নির্ণয় করো।
- (g) The interplanar spacing between a set of parallel planes in NaCl crystal is 2.82Å . The first order Bragg reflection occurs at an angle of 10° . What is the wavelength of the X-rays used?



NaCl কেলাসে একসারি সমান্তরাল তলের অন্তর্তলীয় দূরত্ব 2.82\AA । প্রথম ক্রমের ব্র্যাগ প্রতিফলন ঘটেছে 10° কোণে। ব্যবহৃত এক্স-রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত ?

(h) Calculate the effective number of lattice points per unit cell in a bcc structure.
bcc গঠনের প্রতি একক কোষে (unit cell) ল্যাটিস বিন্দুর (lattice points) কার্যকর সংখ্যা নির্ণয় করো।

(i) Write down the Maxwell-Boltzmann distribution law. Define each symbol that you use.

ম্যাক্সওয়েল-বোলৎজম্যান বণ্টনসূত্রটি লেখো। তোমার ব্যবহৃত প্রতিটি প্রতীক সংজ্ঞায়িত করো।

(j) An insulator has an optical absorption for all wavelengths shorter than 1800\AA . Find the width of the forbidden energy band for this insulator. [$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$].

একটি অন্তরক পদার্থ 1800\AA -এর কম সকল তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য আলোকীয় শোষণ ঘটায়। ওই অন্তরকের নিষিদ্ধ শক্তি পটির (forbidden energy band) বেধ (width) নির্ণয় করো।

(k) What is Bohr magneton?

বোর ম্যাগনেটন (Bohr magneton) কী ?

(l) The dispersion relation of phonons in a monatomic linear lattice is given by $\omega(k) = \omega_0 \left| \sin\left(\frac{ka}{2}\right) \right|$, where a is the lattice spacing. Show that the dispersion curve $\omega(k)$ meets normally Brillouin zone boundary at $k = \frac{\pi}{a}$.

একটি একপারমাণুক রৈখিক ল্যাটিস-এ 'ফোনন'-এর বিচ্ছুরণ সম্পর্ক হল $\omega(k) = \omega_0 \left| \sin\left(\frac{ka}{2}\right) \right|$, যেখানে a হল ল্যাটিস দূরত্ব (Lattice spacing)। দেখাও যে বিচ্ছুরণ লেখ $\omega(k)$ ব্রিলোয়াঁ অঞ্চল (Brillouin zone) সীমান্তে, $k = \frac{\pi}{a}$ তে অভিলম্বভাবে মিলিত হয়।

(m) In a drop of water of radius 10^{-3} m , the molecular dipoles are pointing in the same direction. If the dipole moment of the water molecule is $6 \times 10^{-30} \text{ Cm}$, calculate the polarization.

10^{-3} m ব্যাসার্ধের একটি জলের ফোঁটায় আণবিক দ্বিমেরুগুলি (molecular dipoles) একই অভিমুখে সজ্জিত আছে। যদি জলের অণুর দ্বিমেরুভ্রামক $6 \times 10^{-30} \text{ Cm}$ হয়, তাহলে এর মেরুবর্তিতা (polarization) নির্ণয় করো।

(n) How does the specific heat of a crystalline solid (insulator) depend on its temperature T (when T is low) within (a) Einstein model and (b) Debye model?

কেলাসাকার (অন্তরক) কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ ওর উষ্ণতা T -এর উপর (যখন T কম) কীভাবে নির্ণয় করে যদি (a) আইনস্টাইন মডেল ও (b) ডিভাই মডেল ব্যবহার করা হয় ?

(o) Plot the magnetic susceptibility of a paramagnet as a function of its temperature.

একটি পরাচুম্বকের চৌম্বক প্রবণতাকে ওর উষ্ণতার অপেক্ষক হিসাবে লেখচিত্রে অঙ্কন করো।

2. (a) Define a crystal lattice. What is a primitive cell? Is it unique?

1+1+1

কেলাসের ল্যাটিস-এর সংজ্ঞা লেখো। আদি কোষ (primitive cell) কী ? এটি কি অনন্য (unique) ?

(b) Plot resistivity of a normal metal and that of a superconductor as functions of temperature T .

3

একটি সাধারণ ধাতু ও একটি অতিপরিবাহীর রোধাঙ্ক উষ্ণতা T -এর সঙ্গে লেখচিত্রে আঁকো।



- (c) What is Meissner effect? Plot magnetization of a type I superconductor as a function of the applied magnetic field. Mark the critical field.

মাইসনার ক্রিয়া কী? টাইপ-I অতিপরিবাহীর চৌম্বকত্ব (magnetization) প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের অপেক্ষক হিসাবে লেখচিত্রে আঁকো। সংকট ক্ষেত্র প্রাবল্য (critical field) চিহ্নিত করো।

3. (a) For a monatomic linear lattice of lattice spacing a , the phonon dispersion relation is given by $\omega = \omega_0 |\sin(\frac{ka}{2})|$. Find $\omega(k)$ as $k \rightarrow 0$. Hence find the velocity of the wave. 2+1

একপরমাণুক রৈখিক ল্যাটিসে, যার ল্যাটিস দূরত্ব (lattice spacing) a , 'ফোনন' বিচ্ছুরণ সম্পর্ক হল $\omega = \omega_0 |\sin(\frac{ka}{2})|$ । $k \rightarrow 0$ সীমায় $\omega(k)$ নির্ণয় করো। এখান থেকে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় করো।

- (b) How do the acoustic and optical branches of phonon dispersion differ in case of a linear diatomic lattice? Why is the acoustic branch named so? 2+1

দ্বিপরমাণুক রৈখিক ল্যাটিস-এ ফোনন বিচ্ছুরণের 'অ্যাকস্টিক' (acoustic) ও 'অপটিক্যাল' (optical) শাখাদুটির পার্থক্য কী? 'অ্যাকস্টিক' শাখার অনুরূপ নামকরণের কারণ কী?

- (c) (i) Define Miller indices of a plane in a crystal. 1+3

কেলাসের কোনো তলের মিলার সূচকের সংজ্ঞা দাও।

- (ii) Show that for a simple cubic lattice $d_{100} : d_{110} : d_{111} = \sqrt{6} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$, where d_{hkl} is the separation between adjacent (hkl) Parallel planes.

একটি সরল ঘনাকৃতি জালকের ক্ষেত্রে দেখাও $d_{100} : d_{110} : d_{111} = \sqrt{6} : \sqrt{3} : \sqrt{2}$ যেখানে d_{hkl} হল পাশাপাশি (hkl) সমান্তরাল তলের ভিতর দূরত্ব।

4. (a) Write down the form of the potential used in the Kronig-Penny model. Sketch the potential. Hence form the Schrodinger equation for finding the electronic energy. 2+1+2

ক্রোনিগ-পেনি (Kronig-Penny) মডেল-এ ব্যবহৃত স্থিতিশক্তি অপেক্ষকের আকারটি লেখো। একে লেখচিত্র এঁকে দেখাও। এখান থেকে ইলেকট্রনের শক্তি নির্ধারণ করার জন্য প্রয়োজনীয় শ্রোডিংগার সমীকরণ গঠন করো।

- (b) Plot magnetization as a function of the applied magnetic field for a ferromagnet above its Curie temperature. 2

কুরি উষ্ণতার উপরে কোনো অয়শ্চৌম্বকের চৌম্বকত্ব (magnetization) প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের সঙ্গে কীভাবে পরিবর্তিত হয় লেখচিত্র এঁকে দেখাও।

- (c) The relative permittivity of argon at 0°C and one atmosphere is $\epsilon_r = 1.000435$. Calculate the electronic polarizability of argon atom. Give, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ SI units. 3

0°C উষ্ণতা প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে আরগনের আপেক্ষিক তড়িৎভেদ্যতা (permittivity) $\epsilon_r = 1.000435$ । আরগন পরমাণুর ইলেকট্রনীয় মেরুবর্তিতা (electronic polarizability) নির্ণয় করো। প্রদত্ত, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ এস আই একক।

5. (a) What is the origin of paramagnetism? Explain, why the inert gases do not exhibit paramagnetism. 2+1

পর্যায়বদ্ধতার উৎপত্তি কীভাবে ঘটে? নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলি কেন পর্যায়বদ্ধত্ব দেখায় না, ব্যাখ্যা করো।



- (b) A paramagnetic material has 10^{28} atoms/ m^3 . The magnetic moment of each atom is $1.8 \times 10^{-23} \text{ Am}^2$. Calculate the paramagnetic susceptibility at room temperature (300K). If a bar 0.1m long and 1 cm^2 cross-section, constructed from this material, is placed in a field $8 \times 10^4 \text{ A/m}$, determine its dipole moment.

কোনো পরাচৌম্বক পদার্থে প্রতি ঘনমিটারে 10^{28} পরমাণু আছে। প্রত্যেক পরমাণুর চৌম্বক ভ্রামক $1.8 \times 10^{-23} \text{ Am}^2$ । ঘরের উষ্ণতায় (300 K) এর পরাচৌম্বক প্রবণতা (paramagnetic susceptibility) নির্ণয় করো। 0.1 m ও 1 cm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি দণ্ড যদি ওই পদার্থ দিয়ে তৈরি করা হয় তবে $8 \times 10^4 \text{ A/m}$ প্রাবল্যের চৌম্বক ক্ষেত্রে ওর চৌম্বক ভ্রামক কত হবে ?

- (c) What are the basic assumptions in Einstein's theory of specific heat of a solid? What is the major drawback of this theory? 2+1

কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ সংক্রান্ত আইনস্টাইনের তত্ত্বের মূল স্বীকার্যগুলি কী কী ? এই তত্ত্বের মুখ্য ত্রুটি কী ?

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—



WEST BENGAL STATE UNIVERSITY
B.Sc. Programme 6th Semester Examination, 2022

PHSGDSE04T-PHYSICS (DSE2)

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 50

*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।*

All symbols are of usual significance.

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

১ নং প্রশ্নটি আবশ্যিক এবং বাকি থেকে যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

1. Answer any **fifteen** questions from the following: 2×15 = 30
নিম্নলিখিত যে-কোনো **পনেরোটি** প্রশ্নের উত্তর দাওঃ
- (a) Determine the energy released in MeV unit when 10^{-27} kg of mass is converted to energy.
 10^{-27} kg ভর যখন শক্তিতে রূপান্তরিত হয় তখন উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ MeV এককে প্রকাশ করো।
- (b) Find the radius of $^{197}\text{Au}_{79}$ in fm unit.
 $^{197}\text{Au}_{79}$ নিউক্লিয়াসটির ব্যাসার্ধ fm এককে প্রকাশ করো।
- (c) Protons inside the nucleus repel each other, then how the shape and size of the nucleus is maintained?
নিউক্লিয়াসের মধ্যস্থিত প্রোটনগুলি পরস্পরকে বিকর্ষণ করা সত্ত্বেও নিউক্লিয়াসের আকার ও গঠন বজায় থাকে কিভাবে ?
- (d) Draw the beta decay diagram of Sodium-24.
Sodium-24-এর বিটা ক্ষয়-এর শক্তি চিত্রটি দেখাও।
- (e) Draw the $V(r)-r$ diagram, where $V(r)$ is the nuclear potential and r is the distances between nucleons.
নিউক্লিয় বিভব $V(r)$ ও নিউক্লিয়নগুলির মধ্যস্থিত দূরত্বের (r) চিত্রটি অঙ্কন করো।
- (f) In which process electromagnetic radiation is emitted from radioactive nucleus. Give example.
কোন প্রক্রিয়ায় একটি তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস থেকে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ নির্গত হয়, উদাহরণ দাও।
- (g) What is internal conversion of nuclei?
নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরীণ রূপান্তর কী ?
- (h) Complete the following reaction.
 $U^{235} + {}^1_0n \rightarrow$
উপরের সমীকরণটি সম্পূর্ণ করো।



- (i) How high energy electrons are emitted from nucleus though they orbit the nucleus itself?

নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ইলেক্ট্রন না থাকা সত্ত্বেও বিটা ক্ষয়-এর সময় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় কিভাবে ?

- (j) Define decay constant for a radioactive nucleus.

একটি তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াসের বিঘটন ধ্রুবক বলতে কী বোঝায় ?

- (k) What are the conservation laws applicable to nuclear reactions?

নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে কোন্ কোন্ নিত্যতা সূত্র প্রযোজ্য ?

- (l) Can an electron be accelerated in a cyclotron?

সাইক্লোট্রনের মধ্যে একটি ইলেক্ট্রন ত্বরান্বিত করতে পারে কি ?

- (m) Write the basic working principle of a linear accelerator.

একটি Linear accelerator-এর মূল কার্যনীতিটি লেখো।

- (n) Why does the anode of a G-M counter have to be made of a thin wire?

একটি G-M counter-এর অ্যানোড সরু তার দিয়ে বানানো হয় কেন ?

- (o) How does a charged pion decay?

কিভাবে একটি তড়িতাহিত pion কণার ক্ষয় হয় ?

- (p) Write down two characteristics of a μ^\pm .

একটি μ^\pm কণার দুটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

- (q) Why does the decay $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ not observe?

$\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ বিক্রিয়াটি কেন ঘটে না ?

- (r) What do you mean by Strangeness quantum number?

বিচিত্রতা কোয়ান্টাম সংখ্যা বলতে কি বোঝায় ?

- (s) Write down the quark structure of proton and neutron.

প্রোটন এবং নিউট্রনের কোয়ার্ক রূপ লেখো।

- (t) What do you mean by charmed quark?

Charmed quark বলতে কি বোঝায় ?

2. (a) Derive the mass-energy equivalence relationship. 4

ভর ও শক্তির তুল্যতার সমীকরণটি নির্ণয় করো।

- (b) Find the proton number for the most stable nucleus from the semi-empirical mass formula. 3

একটি সুস্থিত নিউক্লিয়াসের জন্য প্রোটন সংখ্যা semi-empirical mass formula থেকে নির্ণয় করো।

- (c) Write three evidences that support the shell model of nucleus. 3

নিউক্লিয়াসের shell model-এর স্বপক্ষে তিনটি যুক্তি দাও।



3. (a) Derive the expression for half-life and mean-life of radioactive substance.

একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধ-জীবন এবং গড়-জীবনের রাশিমালা নির্ণয় করো।

- (b) A nucleus emits an α particle followed by two β particles. Show that the final nucleus is the isotope of the initial one.

একটি নিউক্লিয়াস প্রথমে একটি α এবং তারপরে দুটি β কণা ত্যাগ করে। দেখাও যে অন্তিম নিউক্লিয়াসটি প্রাথমিক নিউক্লিয়াসের একটি আইসোটোপ।

- (c) ${}_{92}^{238}\text{U}$ nucleus undergoes successive disintegration to yield ${}_{90}^{234}\text{Th}$, ${}_{91}^{234}\text{Pa}$, ${}_{92}^{234}\text{U}$, ${}_{90}^{230}\text{Th}$ and finally ${}_{88}^{226}\text{Ra}$. What radioactive particles are emitted during each transmutation? 3

${}_{92}^{238}\text{U}$ নিউক্লিয়াসের ক্রমান্বয়ে বিভাজন হয়ে যথাক্রমে ${}_{90}^{234}\text{Th}$, ${}_{91}^{234}\text{Pa}$, ${}_{92}^{234}\text{U}$, ${}_{90}^{230}\text{Th}$ এবং সর্বশেষে ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ উৎপন্ন হয়। প্রতিটি স্তরে কোন্ কোন্ তেজস্ক্রিয় কণার বিকিরণ হয়েছে ?

4. (a) Write the laws of photoelectric effect. 3+1+2+2

আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার সূত্রগুলি লেখো। +2

- (b) Show how the photoelectric current increases with increasing potential applied. Consider three different intensities I_1, I_2, I_3 , where $I_1 > I_2 > I_3$ and constant wavelength λ .

প্রদত্ত বিভবের সাথে আলোক তড়িৎ প্রবাহের কিভাবে পরিবর্তন হয় ? আপতিত আলোর তীব্রতা I_1, I_2, I_3 , যেখানে $I_1 > I_2 > I_3$ ও কম্পাঙ্ক ধ্রুবক।

- (c) Write the semi empirical mass formula. Explain how the stability is reduced by coulomb repulsion.

অর্ধ অভিজ্ঞতামূলক সূত্রের সমীকরণটি লেখো ও কুলম্ব বিকর্ষণ পদটি ব্যাখ্যা করো।

- (d) What are the force carriers correspond to four fundamental forces.

প্রকৃতির মূল ৪টি বল -এর বাহকগুলি কি কি ?

5. (a) $n \rightarrow e^+ + e^-$ 2+2+(2+2)
 $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ +2

Are these reactions possible?

উপরের বিক্রিয়াগুলি সম্ভব কিনা যুক্তি দিয়ে বোঝাও।

- (b) When the current is produced, to detect radiation, between the electrodes of a GM counter and how the intensity of radiation is measured?

GM counter-এ তড়িৎদ্বারগুলির মধ্যে কখন তড়িৎ প্রবাহিত হয় ও বিকিরণের তীব্রতা কিভাবে মাপা হয় ?

- (c) Write the quark composition of Kaon⁺ and hence explain its charge.

Kaon⁺-এর কোয়ার্ক গঠন লেখো ও তার সাহায্যে এর positive আধান ব্যাখ্যা করো।



- (d) According to classical physics, what are the physical properties that should be conserved during a nuclear reaction. In which type of system these conservation laws apply.

সনাতন পদার্থবিদ্যার নিয়ম অনুসারে নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় কি কি রাশি সংরক্ষিত থাকে ? কোন্ ধরনের সংস্থার ক্ষেত্রে এই সূত্রগুলি প্রযোজ্য ?

- (e) What do you mean by Isospin Quantum Number?

Isospin Quantum সংখ্যা বলতে কি বোঝায় ?

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—



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?
পর্যবেদ্যত্বের 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 একপরিমাণুক 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 আন্তর্ভুক্ত 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.
 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। 3
- (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-পাটি (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 আপেক্ষিক 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—



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

PHSGDSE04T-PHYSICS (DSE2)

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 50

*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।*

All symbols are of usual significance.

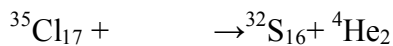
Question No. 1 is compulsory and answer any two from the rest

১ নং প্রশ্নটি আবশ্যিক এবং বাকি থেকে যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

1. Answer any **fifteen** questions from the following: 2×15 = 30

নিম্নলিখিত যে-কোনো **পনেরোটি** প্রশ্নের উত্তর দাওঃ

- Define atomic mass unit.
পারমাণবিক ভর একক সংজ্ঞায়িত করো।
- Determine the approximate density of the nucleus.
নিউক্লিয়াসের আনুমানিক ঘনত্ব নির্ণয় করো।
- The radius of Ge is measured to be twice the radius of ${}^9\text{Be}_4$. From this information, find out the number of nucleons in Ge.
Ge ব্যাসার্ধ ${}^9\text{Be}_4$ -এর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ হিসাবে পরিমাপ করা হয়। এই তথ্য থেকে Ge-এর মধ্যে কত নিউক্লিয়ন রয়েছে নির্ণয় করো।
- What do you mean by charge independence of Nuclear force?
নিউক্লিও বল আধান-নিরপেক্ষ বলতে কি বোঝো ?
- What are the Magic Numbers for both proton and neutron?
নিউট্রন ও প্রোটনের ম্যাজিক সংখ্যাগুলি কি কি ?
- Write the spontaneous alpha decay equation of ${}^{235}\text{U}_{92}$.
 ${}^{235}\text{U}_{92}$ নিউক্লিয়াস থেকে আলফা কনার স্বতঃস্ফূর্ত নির্গমন এর বিক্রিয়াটি লেখো।
- What is the essential difference between an electron and β -ray?
একটি ইলেকট্রন এবং একটি β রশ্মির মধ্যে প্রয়োজনীয় পার্থক্য কী ?
- Complete the following nuclear reaction:
নিম্নলিখিত পারমাণবিক বিক্রিয়া সম্পূর্ণ করোঃ





- (i) Write down the Geiger-Nuttall law for α -decay.
 α -বিঘটনের ক্ষেত্রে Geiger-Nuttall সূত্রটি লেখো।
- (j) What are the different processes by which gamma-ray can be absorbed in matter?
 গামারশ্মি কোন জড় পদার্থের মধ্য দিয়ে যাবার সময় কি কি পদ্ধতিতে শক্তি ক্ষয় করে তা লেখো।
- (k) Determine the threshold wavelength for pair production.
 যুগল উৎপাদনের জন্য প্রান্তিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ধারণ করো।
- (l) Why Bethe-Bloch formula is not applicable in case of electron?
 ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে Bethe-Bloch ফর্মুলাটি প্রযোজ্য নয় কেন ?
- (m) What is Cerenkov angle?
 Cerenkov angle কাকে বলে ?
- (n) Explain clearly what is meant by Q value of a nuclear reaction.
 নিউক্লিও বিক্রিয়ায় Q সংখ্যার মান বলতে কি বোঝা ব্যাখ্যা করো।
- (o) Calculate the distance of closest approach for an alpha particle with kinetic energy 5 MeV hitting a Au_{79} nucleus.
 5 MeV গতিশক্তি সম্পন্ন একটি আলফা কণা একটি Au_{79} নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে কাছে যে দূরত্ব অন্দি যেতে সক্ষম হবে তার মান নির্ণয় করো।
- (p) Name a reaction where parity is not conserved. Which class of interaction does this reaction belongs to?
 একটি নিউক্লিও বিক্রিয়ার নাম করো যেখানে সমতা বা parity রক্ষিত হয় না। এটি কোন্ শ্রেণীর অন্তর্গত ?
- (q) What do you mean by Baryon number and Lepton number?
 Baryon সংখ্যা ও Lepton সংখ্যা বলতে কি বোঝা ?
- (r) What do you mean by Strangeness quantum number?
 বিচিত্রতা কোয়ান্টাম সংখ্যা বলতে কি বোঝা ?
- (s) Write down the relationship between Isospin and charge of a nucleon.
 নিউক্লিওনের আধান ও Isospin-এর মধ্যে সম্পর্কটি লেখো।
- (t) Write down the quark composition of proton to explain its +1e charge.
 প্রোটনের কোয়ার্ক গঠন লিখে তার সাহায্যে প্রোটনের +1e আধান ব্যাখ্যা করো।
2. (a) What is binding energy of a nucleon? How does the binding energy per nucleon vary with mass number of a nucleus? Sketch it. 2+2
 বন্ধন শক্তি কি ? নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি, নিউক্লিয়াসের ভর সংখ্যার সাথে পরিবর্তিত হয় তা অঙ্কন করো।
- (b) Write down the semi empirical mass formula and explain the significance of Coulomb energy term and the Surface term of this formula. 2+2
 Semi empirical mass formula টি লেখো ও এর কুলম্ব শক্তি ও পৃষ্ঠ শক্তির তাৎপর্য লেখো।
- (c) What is Nuclear Isomer? 2
 নিউক্লিও আইসোমার কি ?



3. (a) Determine the ground-state spin parity of $^{17}\text{O}_8$ on the basis of shell model. 3
 Shell বা খোলক Model অনুসারে $^{17}\text{O}_8$ এই নিউক্লিয়াসের ভৌম অবস্থার (ground state) স্পিন ও সমতা (Spin and Parity) নির্ণয় করো।
- (b) Explain the neutrino hypothesis in β -decay. 4
 β -decay এর ক্ষেত্রে নিউট্রিনো অনুমান (hypothesis) টি বিশদে লেখো।
- (c) What is meant by internal conversion? 3
 'Internal conversion' বলতে কি বোঝো ?
4. (a) What is Compton Effect? 2
 কম্পটন ক্রিয়া কি ?
- (b) The kinetic energy of photoelectrons range from zero to 4.0×10^{-19} J when light of wavelength 300 nm falls on a metal surface. Determine the stopping potential and threshold wavelength. 3
 যখন 300 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো কোনও ধাতব-পৃষ্ঠের উপরে পড়ে, তখন নির্গত ফোটো-ইলেকট্রনগুলির গতিশক্তির ব্যাপ্তি শূন্য থেকে 4.0×10^{-19} J অবধি। Stopping potential এবং প্রান্তিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ধারণ করো।
- (c) Explain what is meant by 'cross-section' of a nuclear reaction. 3
 নিউক্লিও বিক্রিয়ার প্রস্থচ্ছেদ বলতে কি বোঝায় ব্যাখ্যা করো।
- (d) What is the SI unit of cross section of nuclear reaction? Determine its relation with SI unit of length. 2
 নিউক্লিও বিক্রিয়ার cross section এর SI পদ্ধতিতে একক লেখো ও SI পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের এককের সাথে এর সম্পর্ক নির্ণয় করো।
5. (a) For each of the following decays state the conservation law that forbids it: 4
 নিম্নলিখিত প্রতিটি বিঘটন যে সংরক্ষণ আইন দ্বারা নিষিদ্ধ তা বিবৃত করোঃ
- $n \rightarrow p + e^-$
 $n \rightarrow \pi^+ + e^-$
 $n \rightarrow p + \pi^-$
 $n \rightarrow p + \gamma$
- (b) Distinguish between Ionisation Chamber and Geiger-Muller Counter. 4
 Ionisation Chamber এবং Geiger-Muller Counter এর মধ্যে পার্থক্য করো।
- (c) What are the hypercharges of u and d quarks? 2
 u এবং d কোয়ার্কের হাইপারচার্জ কি কি ?

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—