

**U.G. 4th Semester Examination - 2021****PHYSICS****[HONOURS]****Generic Elective(GE)****Course Code : PHY-H-GE-T-2(C&D)**

Full Marks : 20

Time : 1 Hour

*The figures in the right-hand margin indicate marks.**Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.***Answer all the questions from selected Option.****OPTION-C****PHY-H-GE-T-2A****(Solid State Physics)****GROUP-A**1. Answer any **five** questions:  $1 \times 5 = 5$ 

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

a) Explain Meissner effect in superconductivity.

অতিপরিবাহিতাতে মাইসনার প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

b) State Curie-Weiss law.

কুরী-ওয়েইসের সূত্রটি লেখ।

c) Define primitive cell and unit cell.

আদিম কোষ এবং একক কোষের সংজ্ঞা দাও।

d) What do you mean by phonon?

ফোনন বলতে কি বোঝ?

e) What is a Bravais lattice? What is the maximum number of possible Bravais lattice?

ব্রাভাইস জাফরি কি? সম্ভাব্য ব্রাভাইস জাফরির সর্বাধিক সংখ্যা কত?

f) Differentiate conductors, semi-conductors and insulators based on their energy bands.

শক্তি-পটের উপর ভিত্তি করে পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী এবং অপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।

g) What do you mean by plasma oscillation and plasma frequency?

প্লাজমা দোলন এবং প্লাজমা কম্পাঙ্ক বলতে কী বোঝ?

h) Which one is the integral characteristic of all matter among diamagnetism and paramagnetism? Why?

ডায়াম্যাগনেটিজম এবং প্যারাম্যাগনেটিজমের মধ্যে কোনটি সমস্ত পদার্থের অবিচ্ছেদ্য বৈশিষ্ট্য? কেন?

## GROUP-B

2. Answer any **one** question :  $5 \times 1 = 5$

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

a) What is meant by polarisation mechanism in dielectrics. Discuss different polarization mechanisms in dielectrics.  $2+3$

ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের মেরুকরণ প্রক্রিয়া বলতে কী বোঝায়? ডাই-ইলেকট্রিক পদার্থের বিভিন্ন মেরুকরণের প্রক্রিয়া আলোচনা করো।

b) Define specific heat and Debye temperature. State Dulong-Petit law and comment on its validity below room temperature. Plot the variation of specific heat of solid with temperature.  $2+1+2$

আপেক্ষিক তাপ ও ডিভাই তাপমাত্রার সংজ্ঞা দাও। ডুলং-পেটিট সূত্রটি লেখ এবং ঘরের তাপমাত্রার নীচে এর বৈধতা সম্পর্কে মন্তব্য করো।

c) What are p-type and n-type semiconductors? What do you mean by electrical conductivity and mobility? Obtain the expression between conductivity and mobility in an intrinsic semiconductor.  $1+2+2$

পি-টাইপ এবং এন-টাইপ অর্ধপরিবাহী কি? বৈদ্যুতিক পরিবাহিতা এবং গতিশীলতা বলতে কী বোঝায়? একটি বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা এবং গতিশীলতার মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো।

## GROUP-C

Answer any **one** question:  $10 \times 1 = 10$

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

3. a) Show that for a p-type semiconductor the Hall coefficient  $R_H$  is given by  $R_H = \frac{1}{pe}$ .

একটি পি-টাইপ অর্ধপরিবাহীর জন্য প্রমাণ করো যে এর হল-গুণাঙ্ক  $R_H$  দেওয়া হচ্ছে  $R_H = \frac{1}{pe}$ ।

b) Define residual resistivity for a superconductor. Plot the resistivity vs temperature for a superconductor.

একটি অতিপরিবাহীর অবশিষ্ট-রোধাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। একটি অতিপরিবাহীর রোধাঙ্ক বনাম উষ্ণতা লেখচিত্র অঙ্কন করো।

c) Calculate the critical current which can flow through a long thin superconducting wire of aluminium of diameter  $10^{-3}m$ . [Critical magnetic field for aluminium is  $7.9 \times 10^3 A/m$ ].

$$2+3+(1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2})+2$$

একটি  $10^{-3}m$  ব্যাধের অ্যালুমিনিয়ামের দীর্ঘ ও সরু অতিপরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সঙ্কট-প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। (অ্যালুমিনিয়ামের সঙ্কট-চৌম্বকক্ষেত্রপ্রাবল্য হল  $7.9 \times 10^3 A/m$ )

4. a) Describe Langevin's theory of paramagnetism and obtain expression for susceptibility.

ল্যাঞ্জেভিনের প্যারাম্যাগনেটিজমের তত্ত্ব বর্ণনা করো এবং সাসেপটিবিলিটির অভিব্যক্তি নির্ণয় করো।

- b) What are the limitations of this theory?

এই তত্ত্বের সীমাবদ্ধতাগুলি কী?

- c) What is antiferromagnet?

অ্যান্টিফেরোম্যাগনেট কী?

- d) A magnetic material has a magnetization of 3500 A/m and flux density of 0.0046 Wb/m<sup>2</sup>. Calculate the magnetizing field and relative permeability of the material. 3+2+2+3

একটি চৌম্বক পদার্থের ম্যাগনেটাইজেশন 3500 A/m এবং ফ্লাক্স ঘনত্ব 0.0046 Wb/m<sup>2</sup>। প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য এবং উপাদানের আপেক্ষিক চৌম্বক-ভেদ্যতা নির্ণয় করো।

5. a) Explain internal-field in a solid dielectric.

একটি কঠিন ডাইলেকট্রিক পদার্থের অভ্যন্তরীণ ক্ষেত্র প্রাবল্যের ব্যাখ্যা লেখ।

- b) Derive Clausius-Mosotti equation.

ক্লসিয়াস-মোসোটি সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।

- c) What is the difference between Normal dispersion and anomalous dispersion?

সাধারণ বিচ্ছুরণ এবং ব্যতিক্রান্ত বিচ্ছুরণের মধ্যে পার্থক্য কী?

- d) Argon gas contains  $2.7 \times 10^{25}$  atoms/m<sup>3</sup> at 0°C and at one atmospheric pressure. Calculate the dielectric constant of the gas at this temperature. [Diameter of Argon atom is 0.384 nm] 2+3+2+3

0°C উষ্ণতায় একক বায়ুমন্ডলীয় চাপে আর্গন গ্যাসে  $2.7 \times 10^{25}$  পরমাণু থাকে। এই তাপমাত্রায় গ্যাসের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক গণনা করো।

### OPTION-D

### PHY-H-GE-T-2B

### (Quantum Mechanics)

### GROUP-A

1. Answer any **five** questions: 1×5=5

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- a) Explain the terms Gyromagnetic Ratio and Bohr Magneton.

জাইরোম্যাগনেটিক অনুপাত এবং বোর ম্যাগনেটন পরিভাষাগুলি ব্যাখ্যা করো।

- b) What is the ground state energy of a one dimensional quantum harmonic oscillator? What does it imply?

একটি এক-মাত্রিক কোয়ান্টাম সরল দোলকের ভৌম শক্তিস্তর কত? এটি কি নির্দেশ করে?

- c) What is meant by “entanglement”?  
এনট্যাঙ্গলমেন্ট বলতে কি বোঝায়?
- d) Write down the quantum mechanical operators for momentum  $\hat{p}_x$ , and kinetic energy  $\hat{T}$ .  
ভরবেগ  $\hat{p}_x$  ও গতিশক্তির  $\hat{T}$  কোয়ান্টাম মেকানিকাল অপারেটরগুলি লেখ।
- e) For two linear operators  $\hat{\alpha}$  and  $\hat{\beta}$  prove that  
$$[\hat{\alpha}, \hat{\beta}] + [\hat{\beta}, \hat{\alpha}] = 0.$$
  
দুটি সরল সংকারক  $\hat{\alpha}$  এবং  $\hat{\beta}$  এর জন্য প্রমাণ কর যে  
$$[\hat{\alpha}, \hat{\beta}] + [\hat{\beta}, \hat{\alpha}] = 0.$$
- f) Prove that  $[\hat{x}, \hat{p}_x] = i\hbar$ .  
প্রমাণ করো যে  $[\hat{x}, \hat{p}_x] = i\hbar$ ।
- g) Calculate the normalisation constant for the free particle wave function  $\psi(x) = A \exp(ikx)$ .  
একটি নির্বাধ কণার তরঙ্গ-অপেক্ষকের  $\psi(x) = A \exp(ikx)$  পরিমিতকরণ প্রবক নির্ণয় করো।
- h) What are the properties of a well behaved wave-function?  
একটি আদর্শ তরঙ্গ-অপেক্ষকের কি কি বৈশিষ্ট্য থাকে?

## GROUP-B

2. Answer any **one** question : 5×1=5  
যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
- a) What is Zeeman effect? Calculate Larmor’s precessional frequency for H=1 Tesla magnetic field. Now calculate normal Zeeman splitting of a spectral line of wavelength 5000 Å.  
জিম্যান এফেক্ট কি? H=1 টেসলা চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্যের জন্য লারমরের ঘূর্ণন কম্পাঙ্ক গণনা করো। এখন 5000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বর্ণালী রেখার জন্য সাধারণ জিম্যান বিভাজন নির্ণয় করো। 2+3
- b) Write down the normalised ground state wave function of a quantum harmonic oscillator. Calculate  $\langle x \rangle, \langle x^2 \rangle$  and  $\Delta x$  for the ground state.  
একটি কোয়ান্টাম সরল দোলকের পরিমিত ভৌম তরঙ্গ-অপেক্ষকটি লেখ। ভৌম-স্তরের জন্য  $\langle x \rangle, \langle x^2 \rangle$  এবং  $\Delta x$  এর মান নির্ণয় করো। 2+3
- c) Write down the Schrodinger’s equation for hydrogen atom. Apply separation of variable technique to obtain radial and polar equations.  
হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য শ্রোডিঞ্জার সমীকরণটি লেখ। অপেক্ষকের পৃথকীকরণ পদ্ধতি প্রয়োগ করে রেডিয়াল এবং পোলার সমীকরণ নির্ণয় করো। 2+3

## GROUP-C

Answer any **one** question:  $10 \times 1 = 10$

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

3. a) Obtain expression for  $\hat{L}_x, \hat{L}_y$  and  $\hat{L}_z$  in Cartesian coordinate system.

কার্টেসিয়ান স্থানাঙ্কে  $\hat{L}_x, \hat{L}_y$  ও  $\hat{L}_z$  এর জন্য অভিব্যক্তি নির্ণয় করো।

- b) Prove that  $[\hat{L}_x, \hat{L}^2] = [\hat{L}_y, \hat{L}^2] = [\hat{L}_z, \hat{L}^2] = 0$

প্রমাণ করো যে  $[\hat{L}_x, \hat{L}^2] = [\hat{L}_y, \hat{L}^2] = [\hat{L}_z, \hat{L}^2] = 0$

- c) Briefly discuss the Stern-Gerlach Experiment.

স্টার্ন-গার্লাকের পরীক্ষাটি সংক্ষেপে আলোচনা করো।

3+3+4

4. a) A particle with mass  $m$  is in an one dimensional box with perfectly rigid walls at  $x = -L/2$  and  $x = L/2$ . Write down the time independent Schrodinger's equation and solve it to obtain the first three eigen functions and corresponding energy eigen. Plot the eigen functions.

ভরের একটি কণা একান্ত দৃঢ় দেওয়াল দ্বারা গঠিত একমাত্রিক বাক্সে আবদ্ধ যার দেওয়াল দুটি  $x = -L/2$  এবং  $x = L/2$  তে অবস্থিত। সময় স্বতন্ত্র শ্রোডিঞ্জার সমীকরণটি লেখ এবং

এর সমাধান করে প্রথম তিনটি আইগেন-অপেক্ষক ও সংশ্লিষ্ট আইগেন-শক্তি নির্ণয় করো। আইগেন-অপেক্ষকগুলির লেখচিত্র অঙ্কন করো।

- b) Calculate the expectation value  $\langle x \rangle$  and  $\langle p_x \rangle$  for the ground state.

ভৌম-স্তরে  $\langle x \rangle$  এবং  $\langle p_x \rangle$ -এর প্রত্যাশিত গড় মান নির্ণয় করো।  $(1+4+2)+(1+2)$

5. a) What is meant by space quantization?

স্পেস কোয়ান্টাইজেশন বলতে কী বোঝায়?

- b) Briefly discuss the L-S and J-J couplings.

সংক্ষেপে এল-এস এবং জে-জে কাপলিং আলোচনা করো।

- c) Explain Pauli's exclusion principle.

পাণ্ডলির অপবর্জন নীতিটি ব্যাখ্যা করো।

- d) Using vector atom model determine the possible values of the total angular momentum of a  $d$  electron.

ভেক্টর পরমাণু মডেলটির ব্যবহার করে একটি  $d$  ইলেকট্রনের মোট কৌণিক গতির সম্ভাব্য মানগুলি নির্ধারণ করো।

$2+(2+2)+2+2$