

**B.Sc. 6th Semester (General) Examination, 2024 (CBCS)**

**Subject : Physics**

**Course : DSE-1B**

**(Quantum Mechanics)**

**Time: 2 Hours****Full Marks: 40***The figures in the margin indicate full marks.**Candidates are required to give their answers in their own words  
as far as practicable.*

দক্ষিণ প্রাত্তি সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।  
পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

- 1. Answer any five questions:**  $2 \times 5 = 10$
- যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
- (a) What is the significance of the eigenvalues of a quantum mechanical operator?  
কোয়ান্টাম মেকানিক্যাল অপেক্ষকের আইগেন মানের গুরুত্ব কী?
  - (b) Mention four characteristics of wave function  $\psi(x,t)$ .  
 $\psi(x,t)$  তরঙ্গ অপেক্ষকের চারটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করো।
  - (c) Define ‘wave packet’?  
‘তরঙ্গ প্যাকেট’ বলতে কী বোঝো?
  - (d) What do you mean by Larmor frequency?  
লার্মর কম্পাক্ষ বলতে কী বোঝো?
  - (e) What is the significance of Pauli exclusion principle?  
পাউলীর অপ-বর্জন নীতির গুরুত্ব কী?
  - (f) What do you mean by zero point energy?  
শূন্য বিন্দু শক্তি বলতে কী বোঝো?
  - (g) Distinguish between symmetric and anti-symmetric wave functions.  
প্রতিসম ও অপ্রতিসম তরঙ্গ অপেক্ষকের পার্থক্য করো।
  - (h) What is significance of normalizing a wave function?  
কোন তরঙ্গ অপেক্ষককে নর্মালাইজ করার গুরুত্ব কী?

- 2. Answer any two questions:**  $5 \times 2 = 10$
- যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
- (a) Evaluate  $[x, p_x]$  and  $[y, p_x]$ . How can you interpret the results?  $(1\frac{1}{2} \times 2) + 2$   
 $[x, p_x]$  এবং  $[y, p_x]$ -এর মান নির্ণয় করো। কীভাবে তোমার উত্তরকে ব্যাখ্যা করবে?

- (b) A particle limited to  $x$  axis between  $x = 0$  and  $1$  has wave function  $\psi = ax$  with  $\psi = 0$  elsewhere.

একটি কণা  $x$  অক্ষ বরাবর  $x = 0$  এবং  $1$  এর মধ্যে সীমাবদ্ধ। যদি তরঙ্গ অপেক্ষক  $\psi = ax$  হয় এবং অন্যত্র  $\psi = 0$  হয়, তবে

- (i) Find the probability that the particle is within  $x = 0.45$  and  $0.55$ .

$x = 0.45$  ও  $0.55$  এর মধ্যে হওয়ার সম্ভাবনা কত?

- (ii) Find the expectation value  $\langle x \rangle$ .

প্রত্যাশা মান  $\langle x \rangle$  নির্ণয় করো।

3+2

- (c) Given  $\psi = \frac{e^{-rl/a}}{\sqrt{r} a_0^{3/2}}$ . Verify that average value of  $\frac{1}{r}$  is  $\frac{1}{a_0}$ .

5

দেওয়া আছে  $\psi = \frac{e^{-rl/a}}{\sqrt{r} a_0^{3/2}}$  দেখাও  $\frac{1}{r}$ -এর গড় মান হয়  $\frac{1}{a_0}$ ।

- (d) Explain the terms in details:

2½×2

বিস্তারিত বিবরণ দাও :

- (i) Electron magnetic moment

ইলেক্ট্রন চৌম্বক ভারক

- (ii) Bohr magneton

বোর ম্যাগনেটন

3. Answer any two questions:

10×2=20

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Explain the origin of different quantum numbers in hydrogen atom.

হাইড্রোজেন পরমাণুর বিভিন্ন কোয়ান্টাম সংখ্যার ব্যাখ্যা করো।

10

- (b) Describe Stern-Gerlach's experiment. What is the significance? Show diagrammatically the orientations of the spin angular momentum.

4+4+2

স্টৰ্ন-গার্লাক পরীক্ষার বিবরণ দাও। এই পরীক্ষার গুরুত্ব কী? চিত্রের মাধ্যমে স্পিন-কোণিক ভরবেগের অবস্থান অভিমুখ দেখাও।

- (c) Define angular momentum in classical Mechanics. Write down the components  $L_x, L_y, L_z$ .

Write down the operator forms in Quantum Mechanics. Evaluate  $[\hat{L}_x, \hat{L}_y]$ ,  $[L^2, \hat{L}_x]$ .

2+2+2+(2+2)

সনাতন বলবিদ্যায় কোণিক ভরবেগের সংজ্ঞা দাও।  $L_x, L_y$  এবং  $L_z$ -এর উপাংশগুলি লেখো। এদের অপারেটর সহযোগে লেখো।  $[\hat{L}_x, \hat{L}_y]$  এবং  $[L^2, \hat{L}_x]$ -এর মান নির্ণয় করো।

- (d) What is normal Zeeman effect? Find an expression of splitting of energy level of hydrogen atom placed in uniform magnetic field. A magnetic field of  $0.3\text{T}$  is applied and a hydrogen atom is placed in the field. Find the amount of sppling for  $l = 1$  level.

2+5+3

নর্ম্যাল জীমান ক্রিয়া কী? সময় চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তিশরের বিভাজনের রাশিমালা নির্ণয় করো।  $0.3\text{T}$  তীব্রতার একটি চৌম্বকক্ষেত্রে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু রাখা হলে,  $l = 1$  শক্তিশরের বিভাজনের পরিমাণ নির্ণয় করো।

### B.Sc. 6th Semester (General) Examination, 2024 (CBCS)

Subject : Physics

Course : DSE-1B (OR)

(Digital and Analog Circuits and Instrumentation)

Full Marks: 40

Time: 2 Hours

The figures in the margin indicate full marks.

Candidates are required to give their answers in their own words  
as far as practicable.

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

পরীক্ষার্থীদের যথাসত্ত্ব নিচের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

1. Answer any five questions:

2×5=10

যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Convert  $(31.25)_{10}$  to its equivalent binary.

$(31.25)_{10}$  সংখ্যাটিকে তুল্য দ্বিক সংখ্যায় পরিণত করো।

- (b) How can you measure the amplitude of a sinusoidal signal with the help of CRO?

একটি সাইনসদৃশ সংকেতের বিস্তার কীভাবে CRO-এর সাহায্যে পরিমাপ করা যাবে?

- (c) Show that  $A+AB = A$

দেখাও যে  $A+AB = A$

- (d) Write down the characteristics of a practical OP-AMP.

একটি বাস্তব OP-AMP-এর বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

- (e) Define current gain of a common base transistor amplifier.

সাধারণ ভূমি বিন্যাসে একটি ট্রানজিস্টর বিবর্ধক-এর প্রবাহ বিবর্ধন-এর সংজ্ঞা দাও।

- (f) Draw the circuit symbol and truth table of a NOR logic gate.

একটি NOR লজিক গেটের বর্তনী চিহ্ন ও ট্রুথ টেবিল লেখো।

- (g) What do you mean by 'donor' type semiconductor?

'দাতা' অর্ধপরিবাহী বলতে কী বোঝায়?

- (h) What is CMRR of an Op-Amp?

Op-Amp-এর ক্ষেত্রে CMRR কী?

5×2=10

2. Answer any two questions:

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) What do you mean by positive logic and negative logic? Show that a positive logic AND gate is equivalent to negative logic OR gate. 2+3

ধনাত্মক ও ঋণাত্মক লজিক বলতে কী বোঝো? দেখাও যে, একটি ধনাত্মক লজিক AND গেট একটি ঋণাত্মক লজিক OR গেটের সমতূল্য।

- (b) Briefly explain the working principle of a photo-diode. Draw its characteristics curve.

ফোটো-ডায়োডের কার্যনীতি সংক্ষেপে লেখো। এর বৈশিষ্ট্যগুলিকে অঙ্কন করো।

5

- (c) What is feedback? Explain Barkhausen's criterion for self-sustained oscillation. Subtract 1001 from 1100 using 1's complement method. 1+2+2

ফিডব্যাক বলতে কী বোঝায়? স্পন্দন-এর জন্য বার্কহাউসেন শর্ত ব্যাখ্যা করো। 1-এর কমপ্লিমেন্ট পদ্ধতিতে 1100 থেকে 1001 বিয়োগ করো।

- (d) Derive the expression of voltage gain for a non-inverting amplifier using OP-AMP. What do you mean by 'virtual ground'?

3+2

সম দশাকারী OP-AMP-এর বিভিন্ন বিবরণ-এর রাশিমালা নির্ণয় করো। 'অলীক ভূ' বলতে কী বোঝায়?

3. Answer any two questions:

10×2=20

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Write the truth table and circuit symbol of a 2-input OR logic gate. Now implement the OR gate using PN diodes and resistors. With proper characteristics curves explain class A, class B and class C amplifiers. 1+3+6

একটি 2-ইনপুট OR লজিক গেটের বর্তনী চিহ্ন ও ট্রুথ টেবিল লেখো। এখন PN ডায়োড ও রোধক-এর সাহায্যে কীভাবে OR লজিক গেট গঠন করা যায় ব্যাখ্যা করো। লেখচিত্র সহ A, B ও C শ্রেণির বিবর্ধক আলোচনা করো।

- (b) With required circuit diagram explain RC phase shift oscillator using OP-AMP and derive an expression for the frequency of oscillation. Draw the circuit diagram and discuss the operation of half-wave rectifier using PN diode. 6+4

OP-AMP ব্যবহার করে RC দশা পরিবর্তন স্পন্দনক এর বর্তনী চিত্রসহ কার্যনীতি আলোচনা করো এবং স্পন্দনের কম্পাক্ষের রাশিমালা নির্ণয় করো। PN ডায়োড ব্যবহার করে অর্ধতরঙ একমুখীকারক এর বর্তনী অঙ্কন করো ও কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

- (c) What do you mean by minterm and maxterm? Simplify the expression  $Y = \overline{ABC} + \overline{A}\overline{B} + \overline{ABC} + ABC$  using karnaugh map. The output of a 2-input logic circuit is high when any one of the inputs are high. Write the truth table for the circuit. Now write the expression of the output. Then design the logic circuit using NAND only. 2+3+(1+1+3)

মিন টার্ম ও ম্যাক্স টার্ম বলতে কী বোঝায়? কার্নেগী মাসের সাহায্যে  $Y = \overline{ABC} + \overline{A}\overline{B} + \overline{ABC} + ABC$  রাশিটি সরলীকৃত করো। একটি 2-ইনপুট লজিক বর্তনীর যে কোনো একটি ইনপুট যখন 'উচ্চ' হয় তখন আউটপুট 'উচ্চ' হয়। বর্তনীর টুথ টেবিল লেখো। বর্তনীর আউটপুট এর রাশিমালা লেখো। এবার শুধুমাত্র NAND লজিক গেটের সাহায্যে বর্তনীটি গঠন করো।

- (d) What do you mean by input and output characteristics of a common emitter transistor amplifier? Draw the output characteristics of the CE amplifier and discuss different regions of operation. To use the transistor as amplifier, what should be the preferred region of operation? Find the minimum value of  $R_C$  for which the BJT in the following circuit remains in saturation. [ $V_{BE(sat)} = 0.8V$ ,  $h_{FE} = 100$ ,  $V_{CE(sat)} = 0.2V$ ]. (2+4+1)+3

একটি সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টর এর ইনপুট ও আউটপুট বৈশিষ্ট্য লেখচিত্র বলতে কী বোঝায়? এটির আউটপুট বৈশিষ্ট্য লেখচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন কার্যকর অঞ্জলগুলি আলোচনা করো। ট্রানজিস্টরকে বিবর্ধক হিসেবে ব্যবহার করার জন্য কোন অঞ্জলকে বেছে নেওয়া উচিত? পাশের বর্তনীতে  $R_C$ -এর সর্বনিম্ন মান নির্ণয় করো যাতে BJT টি সম্পৃক্ত অঞ্চলে কাজ করো। [ $V_{BE(sat)} = 0.8V$ ,  $h_{FE} = 100$ ,  $V_{CE(sat)} = 0.2V$ ]

