

## UG 5th Semester Examination 2021

### PHYSICS (General)

#### Paper: DSE-1

[CBCS]

Full Marks: 32

Time: Two Hours

*The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.*

#### DSE-1A

##### Advanced Mathematical Methods-I

[CBCS]

1. Answer any *six* of the following questions.

6×2=12

(a) Find the poles of the given complex function  $\frac{12z-7}{(z-1)^2(2z+3)}$ .

(b) Expand the function  $\frac{1}{z^2-3z+2}$  in the region  $|z| > 2$

(c) Determine whether or not each of the following sets is a null set.

(i)  $X = \{x: x \text{ is an integer and } x^2 - 5x + 1 = 0\}$

(ii)  $Y = \{x: x \neq x\}$

(d) Let the functions  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  and  $g: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  be defined by

$$f(x) = x^2 - 4x - 3, \quad g(x) = 3x - 5$$

Find the formula defining product functions  $f \circ g$  and  $g \circ f$ .

(e) Show that the Complex field  $\mathbb{C}$  is a vector space over the real field  $\mathbb{R}$ .

(f) Define Idempotent matrix and Nilpotent matrix.

(g) Show that an  $n \times n$  orthogonal matrix has  $n(n-1)/2$  independent parameters.

(h) Calculate the probability of drawing an ace from a pack of cards.

(i) If A and B are two elements such that  $P(A) = \frac{2}{3}$ ,  $P(B) = \frac{3}{4}$ ,  $P(A \cap B) = \frac{1}{2}$ , then find  $P(A \cup B)$ .

(j) Prove that a matrix A and its transpose  $A'$  have the same characteristic roots.

2. Answer any *four* of the following questions. 4×5=20

(a) Find the eigen values of the matrix  $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 4 \\ 0 & 2 & 6 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}$ . 5

(b) Determine whether the following series converge:

(i)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\sin(n\theta)}{n(n+1)}$  (ii)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^p}{n!}$  5

(c) Consider the vector space  $E_3$  with the Euclidean inner product. Apply the Gram-Schmidt process to transform the basis

$$|1\rangle = (1,1,1), |2\rangle = (0,1,1), |3\rangle = (0,0,1)$$

into an orthonormal basis. 5

(d) Show that the matrices

$$M(\theta, x, z) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & x \\ \sin \theta & \cos \theta & z \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

where  $0 \leq \theta < 2\pi$ ,  $-\infty < x < \infty$  and  $-\infty < z < \infty$ , form a group under multiplication. 5

(e) Prove that the set of all integers I form an abelian group with respect to binary operation. 5

(f) Determine the range of values for which the following power series converges:

$$P(z) = 1 - \frac{z}{2} + \frac{z^2}{4} - \frac{z^3}{8} + \dots$$
 5

(g) Prove:  $A \times (B \cup C) = (A \times B) \cup (A \times C)$  5

### বঙ্গানুবাদ

1. নিচের যেকোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

(a) নিচের জটিল অপেক্ষকটির মেরু(pole) নির্ণয় কর-

$$(12z - 7)/(z - 1)^2(2z + 3)$$

(b)  $|z| > 2$  অঞ্চলে প্রদত্ত অপেক্ষকটিকে প্রসারিত কর -

$$\frac{1}{z^2 - 3z + 2}$$

(c) নিচের সেট গুলি null- সেট কি না নির্ণয় করো-

(i)  $X = \{x: x \text{ একটি অখণ্ড সংখ্যা এবং } x^2 - 5x + 1 = 0\}$

(ii)  $Y = \{x: x \neq x\}$

(d) দুটি অপেক্ষক  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  এবং  $g: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  এমন যে-

$$f(x) = x^2 - 4x - 3, \quad g(x) = 3x - 5,$$

তাহলে  $f \circ g$  এবং  $g \circ f$  এর মান নির্ণয় কর।

(e) দেখাও যে জটিল ক্ষেত্র  $\mathbb{C}$  হল বাস্তব ক্ষেত্র  $\mathbb{R}$  এর উপর একটি ভেক্টর ক্ষেত্র।

(f) ইডিমপোটেন্ট ম্যাট্রিক্স এবং নীলপোটেন্ট ম্যাট্রিক্স -এর সংজ্ঞা দাও।

(g) দেখাও যে একটি  $n \times n$  অর্থোগোনাল ম্যাট্রিক্স এর ক্ষেত্রে স্বাধীন প্রাচলের সংখ্যা  $\frac{n(n-1)}{2}$ ।

(h) তাসের প্যাকেট থেকে একটি টেক্সা পাওয়ার সম্ভাবনা গণনা কর।

(i) যদি  $A$  এবং  $B$  দুটি ঘটনা এমন যে  $P(A) = \frac{2}{3}$ ,  $P(B) = \frac{3}{4}$ ,  $P(A \cap B) = \frac{1}{2}$ , তবে  $P(A \cup B)$  এর মান নির্ণয় কর।

(j) দেখাও যে একটি ম্যাট্রিক্স  $A$  এবং তার ট্রান্সপোজ ম্যাট্রিক্স  $A'$  এর বৈশিষ্ট্যযুক্ত বীজ একই।

2. নিচের যেকোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

(a)  $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 4 \\ 0 & 2 & 6 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}$  ম্যাট্রিক্সটির আইগেন মান নির্ণয় কর।

(b) নিচের শ্রেণীগুলি অভিসারী কিনা নির্ণয় কর-

(i)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\sin n\theta}{n(n+1)}$

(ii)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^p}{n!}$

(c) একটি ভেক্টর স্পেস  $E_3$  তে ইউক্লিডীয় ইনার প্রোডাক্ট আছে। গ্রাম -স্মিথ পদ্ধতি প্রয়োগ করে নিচের বেসিস

$$|1\rangle = (1,1,1), |2\rangle = (0,1,1), |3\rangle = (0,0,1)$$

কে একটি অর্থোনর্মাল বেসিস এ রূপান্তরিত কর।

(d) দেখাও যে এই ম্যাট্রিক্স

$$M(\theta, x, z) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & x \\ \sin \theta & \cos \theta & z \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

গুণনের ক্ষেত্রে গ্রুপ তৈরী করে, যেখানে  $0 \leq \theta < 2\pi$ ,  $-\infty < x < \infty$  ও  $-\infty < z < \infty$ ।

(e) প্রমাণ কর যে সমস্ত পূর্ণসংখ্যার সেট, বাইনারি ক্রিয়াকলাপের ক্ষেত্রে একটি আবিলিয়ান গ্রুপ গঠন করে।

(f) নিচের পাওয়ার সিরিজ টি কোন রেঞ্জে অভিসারী হবে নির্ণয় কর

$$P(z) = 1 - \frac{z}{2} + \frac{z^2}{4} - \frac{z^3}{8} + \dots$$

(g) প্রমাণ কর  $A \times (B \cup C) = (A \times B) \cup (A \times C)$ ।

-----

## DSE-1B

### Nuclear and Particle Physics

Full Marks : 32

Time : Two Hours

*The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.*

1. Answer any **six** of the following questions. 6×2=10
- (a) What do you mean by mass defect? What is the relation between mass defect and binding energy of a nucleus?
  - (b) Explain why the electrons cannot exist inside the nucleus?
  - (c) Define unit of atomic mass and calculate its energy equivalence in MeV.
  - (d) Explain how the phenomenon of radioactivity can be applied for the determination of the age of the earth.
  - (e) Calculate the half life time and mean life time of a radioactive substance whose decay constant is  $4.28 \times 10^{-4}$  per year.
  - (f) What is scintillation counter?
  - (g) Define the Q-value of a nuclear reaction.
  - (h) Write down the uses of a Van de Graaff machine.
  - (i) What is the difference between a cyclotron and a synchrotron?
2. Answer any **four** of the following questions. 4×5=20
- (a) Explain the principle of operation of a linear accelerator. What are its advantages over a cyclotron?
  - (b) Describe a GM- counter and explain its operation. What is meant by the 'dead time' of a GM- counter?
  - (c) The half -life time of radon is 4 days. After how many days will only  $1/10^{\text{th}}$  of radon sample remain behind?
  - (d) What is  $\beta$ -decay and its end point energy? 3+2
  - (e) (i) An electron and a photon have the same wavelength. Which one is more energetic?  
(ii) What is the frequency of a 7.5 KeV photon? 3+2

- (f) (i)  $He_2^4$  nucleus has no magnetic moment. Explain.  
(ii) What is Quark? Give the quark content of a neutron. 2+(2+1)  
(g) Write down the mediators of the four fundamental interactions. Which statistics do W and Z particles obey? 4+1

### বঙ্গানুবাদ

১। যেকোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

6×2=12

- (a) ভর ত্রুটি বলতে কি বোঝ। পরমাণু নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি এবং ভর ত্রুটির মধ্যে সম্পর্কটি নির্ণয় কর।
- (b) কেন নিউক্লিয়াসের ভিতরে ইলেকট্রন থাকতে পারে না তা ব্যাখ্যা কর।
- (c) পারমাণবিক ভর একক কী? এর সমতুল্য শক্তি MeV এককে নির্ণয় কর।
- (d) তেজস্ক্রিয়তার ঘটনাটি কাজে লাগিয়ে পৃথিবীর আয়ুষ্কাল কীভাবে নির্ণয়ের করা যেতে পারে তা ব্যাখ্যা কর।
- (e) একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু এবং গড় আয়ু নির্ণয় কর যার ক্ষয় ধ্রুবক  $4.28 \times 10^{-4}$  প্রতি বছর।
- (f) Scintillation counter কী?
- (g) নিউক্লিও বিক্রিয়ার Q-সংখ্যা সংজ্ঞায়িত কর।
- (h) Van de Graaff যন্ত্রটির ব্যবহার উল্লেখ কর।
- (i) সাইক্লোট্রন এবং সিনক্রোট্রনের মধ্যে পার্থক্য কী?

২। যেকোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

4×5=20

- (a) Linear accelerator-এর নীতি ব্যাখ্যা কর। সাইক্লোট্রনের তুলনামূলকভাবে এর সুবিধা কী?
- (b) জিএম-কাউন্টারের গঠন এবং কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর। জিএম-কাউন্টারের 'dead time' বলতে কী বোঝ?
- (c) রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন। কত দিন পর রেডনের নমুনার মাত্র 1/10 ভাগ পরে থাকবে?
- (d)  $\beta$ -ক্ষয় বলতে কী বোঝ এবং এর অন্তিম বিন্দু শক্তি কী?
- (e) (i) একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি ইলেকট্রন এবং ফোটন আছে। কার শক্তি তুলনামূলকভাবে বেশী?
- (ii) 7.5 KeV শক্তি সম্পন্ন ফোটনের কম্পাঙ্ক কত? 3+2

(f) (i)  $He_2^4$  কেন্দ্রকের কোন চৌম্বক ভ্রামক নেই। ব্যাখ্যা কর।

(ii) কোয়ার্ক কী? একটি নিউট্রনের কোয়ার্ক গঠন লেখ। 2+(2+1)

(g) বিশ্বব্রহ্মাণ্ডের চারটি মৌলিক বলের মধ্যস্থতাকারী কণা গুলির নাম লেখ। w এবং z কণা কোন্ পরিসংখ্যান মেনে চলে? 4+1

-----

**DSE-1C**  
**Applied Dynamics**

**Full Marks : 25**

**Time : Two Hours**

*The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.*

1. Answer any *five* of the following questions. 5×2=10
- (a) Define fixed points. What are the different types of fixed points?
  - (b) Find all fixed points for  $\dot{x} = x^2 - 1$ . Comment on their stability with justification.
  - (c) Graph the potential for the system  $\dot{x} = -x$  and identify all the equilibrium points.
  - (d) Give any two examples of Fractals in nature.
  - (e) Show that  $x_{n+1} = 1 + \frac{1}{2} \sin x_n$  has a unique fixed point. Is it stable?
  - (f) For a map  $y_{n+1} = y_n^3$ , find and classify all fixed points.
  - (g) Draw the phase space of a particle moving under uniform gravity.
2. Answer any *three* of the following questions. 3×5=15
- (a) Define Liapunov exponent for a chaotic system. Find the Liapunov exponent for the map  $x_{n+1} = f(x_n)$ , where
$$f(x) = \begin{cases} r x, & 0 \leq x \leq 1/2 \\ r - r x, & \frac{1}{2} \leq x \leq 1 \end{cases} .$$
  - (b) Show that the Cantor set is uncountable.
  - (c) Show that the logistic map  $x_{n+1} = r x_n(1 - x_n)$  can be transformed into a quadratic map  $y_{n+1} = y_n^2 + c$  by a linear change of variable:  $x_n = a y_n + b$ , where  $a$  and  $b$  are to be determined.



(d) Derive normal frequencies for free vibration of a linear triatomic molecule of equal masses  $m$  and spring constant  $k$ .

(e) Lotka-Volterra model of competition is given by

$$\dot{x} = x(3 - 2x - y)$$

$$\dot{y} = y(2 - x - y)$$

Find the fixed points of the equation and determine their stabilities.

### বঙ্গানুবাদ

১। যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

5×2=10

- Fixed point-এর সংজ্ঞা দাও। বিভিন্ন ধরনের fixed point গুলি কী?
- $\dot{x} = x^2 - 1$  সমীকরণের সব fixed point গুলি বার কর। কারণসহ তাদের স্থায়িত্ব নিয়ে মন্তব্য কর।
- System  $\dot{x} = -x$  এর বিভবের লেখচিত্রটি অঙ্কন কর এবং সমস্ত equilibrium point গুলি চিহ্নিত কর।
- প্রকৃতিতে ফ্র্যাঙ্কালের যে কোনো দুটি উদাহরণ দাও।
- দেখাও যে  $x_{n+1} = 1 + \frac{1}{2} \sin x_n$  এর একটি অনন্য নির্দিষ্ট fixed point আছে। এটা কি stable?
- $y_{n+1} = y_n^3$  ম্যাপের জন্য সব fixed point গুলি খোঁজ এবং শ্রেণীবদ্ধ কর।
- অভিকর্ষের অধীনে চলমান একটি কণার ফেজ স্পেস অঙ্কন কর।

২। যেকোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

3×5=15

- একটি chaotic সিস্টেমের জন্য Liapunov সূচক সংজ্ঞায়িত কর। Map  $x_{n+1} = f(x_n)$ -এর জন্য Liapunov সূচক বার কর, যেখানে

$$f(x) = \begin{cases} rx, & 0 \leq x \leq 1/2 \\ r - rx, & \frac{1}{2} \leq x \leq 1 \end{cases}$$

- দেখাও যে ক্যান্টর সেট অগণিত।

(c)  $x_n = a y_n + b$  সমীকরণ দ্বারা ভেরিয়েবলের রৈখিক পরিবর্তনের মাধ্যমে দেখাও যে logistic map  $x_{n+1} = r x_n (1 - x_n)$  কে quadratic map  $y_{n+1} = y_n^2 + c$  -তে পরিণত করা যাবে। এখানে  $a$  এবং  $b$  -কে নির্ণয় করতে হবে।

(d) সমান ভরের  $m$  এবং স্প্রিং ধ্রুবক  $k$  বিশিষ্ট একটি রৈখিক ত্রিপরিমাণুক(triatomic) অণুর মুক্ত কম্পনের জন্য স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

(e) লোটকা-ভোল্টেরার প্রতিযোগিতা মডেলটি হল

$$\dot{x} = x(3 - 2x - y)$$

$$\dot{y} = y(2 - x - y)$$

Fixed point গুলি নির্ণয় কর এবং তাদের stability নির্ণয় কর।

-----

**DSE-1D**  
**Communication Electronics**

Full Marks : 25

Time : Two Hours

*The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.*

1. Answer any **five** questions : 2 × 5 = 10
- (a) Draw a block diagram for communication system.
  - (b) What is signal-to-noise ratio?
  - (c) Obtain the frequency spectrum of AM wave.
  - (d) State the sampling theorem in analog pulse modulation.
  - (e) Why do we need multiplexing in communication?
  - (f) What is encoding in pulse code modulation?
  - (g) Mention two advantages in satellite communication.
  - (h) What is SIM number in mobile communication?
2. Answer any **three** questions: 5 × 3 = 15
- (a) What is modulation? Why do we need modulation? What will be the approximate size of antenna for sending a signal of frequency 1 kHz? 1+2+2
  - (b) What is amplitude modulation? Obtain an expression for modulation index. Draw the waveform of AM wave. 1+3+1
  - (c) Explain briefly about the detection of FM wave with a circuit diagram. Write two differences between FM wave and AM wave. 4+1
  - (d) Discuss about different types of analog pulse modulation. 5
  - (e) Draw a block diagram of mobile communication. What is cell splitting and hands-off? Why do we need IMEI number of a mobile? 2+(1+1)+1

## বঙ্গানুবাদ

1. যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

2x5=10

- (a) যোগাযোগ ব্যবস্থার ব্লক নকশাটি অঙ্কন কর।
- (b) Signal-to-noise অনুপাত বলতে কী বোঝ?
- (c) AM তরঙ্গের কম্পাংক-বর্ণালী রাশিমালাটি নির্ণয় কর।
- (d) Analog pulse modulation এর ক্ষেত্রে sampling উপপাদ্যটি বিবৃত কর।
- (e) যোগাযোগ ব্যবস্থায় multiplexing এর প্রয়োজনীয়তা কী?
- (f) Pulse code modulation এ Encoding বলতে কী বোঝ?
- (g) স্যাটেলাইট যোগাযোগ ব্যবস্থার দুটি সুবিধা উল্লেখ কর।
- (h) মোবাইল যোগাযোগ ব্যবস্থায় সিম নম্বর কী?

2. যে কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

5x3=15

- (a) মডুলেশন কী? ইহার প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর। 1kHz কম্পাংকের কোনো সিগন্যালকে পাঠাতে কত বড় অ্যান্টেনার প্রয়োজন? 1+2+2
- (b) Amplitude modulation কী? Amplitude modulation index এর রাশিমালাটি নির্ণয় কর। AM তরঙ্গের তরঙ্গচিত্রটি অঙ্কন কর। 1+3+1
- (c) বর্তনী সহযোগে FM তরঙ্গের সনাক্তকরণটি সংক্ষেপে আলোচনা কর। FM ও AM তরঙ্গের দুটি পার্থক্য লেখ। 4+1
- (d) বিভিন্ন প্রকার Analog Pulse Modulation সম্বন্ধে সংক্ষেপে আলোচনা কর। 5
- (e) মোবাইল যোগাযোগ ব্যবস্থার নকশাটি অঙ্কন কর। cell splitting ও hands-off বলতে কি বোঝ? মোবাইলের IMEI নম্বরের প্রয়োজনীয়তা কী? 2+(1+1)+1

---