



2023

## 5th Semester Examination PHYSICS (General)

Paper : DSE 1A/2A/3A-T

[CBCS]

Full Marks : 40

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.*

[Elements of Modern Physics]

**Group - A**

Answer any **five** questions :  $2 \times 5 = 10$

1. What is Planck's quantum theory?
2. What is Rutherford's model of atom? Mention its drawbacks.
3. If an electron is accelerated through a potential difference of  $V$  volts, then show that its de Broglie wavelength is given by —

$$\lambda = 12.25 / \sqrt{V} \text{ \AA}$$

P.T.O.

( 2 )

4. Explain Heisenberg's uncertainty principle.
5. If the measurement of position of an electron is in the range 0.01 cm, then what is the uncertainty in its momentum measurement?
6. Write down the Schrödinger wave equations for a particle of mass  $m$  moving along the x-axis when it is acted upon by a potential, given by

$$V(x) = V_0, \text{ constant, for } x > 0$$
$$= 0 \text{ for } x < 0.$$

7. Why the number of neutrons is required to be greater than the number of protons for the stability of a nucleus?
8. Write down the Bethe-Weizsäcker semi-empirical mass formula.

### **Group - B**

Answer any *four* questions :  $5 \times 4 = 20$

9. Discuss on the Einstein's photoelectric equation. Explain the photoelectric effect on the basis of Einstein's light quantum hypothesis.  $2+3$
10. Discuss on the wave and particle nature of matter. Discuss on the results of Davisson and Germer experiment on electron diffraction.  $2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$

11. Write down the postulates of Bohr's theory for hydrogen atom. Explain the origin of spectral lines of hydrogen from Bohr's theory. 2+3

12. Define nuclear binding energy. Discuss on the main features of the graph of variation of binding energy per nucleon with mass number. What information is obtained about the stability of nuclei from this graph? 1+3+1

13. What is basic theory of  $\alpha$ -decay? Determine the expression of kinetic energy of an  $\alpha$ -particle emitted in an  $\alpha$ -decay process. 1+4

14. What are  $\beta$ -decay processes? Discuss about Pauli's neutrino hypothesis in order to explain  $\beta$ -energy spectrum. 2+3

### Group - C

Answer any *one* question : 10×1=10

15. (a) What is Compton effect? Derive an expression of Compton shift on the basis of light quantum hypothesis. 1+5

(b) Define and derive expression of half-life and mean-life of radioactive substance. Write down the relation between these. 4

16. (a) Solve the Schrödinger wave equation for a particle

P.T.O.

confined in a one-dimensional infinite potential box to find the eigenfunction and show that its energy is quantized. 6

(b) Discuss about nuclear fission with equation. 4

### বঙ্গানুবাদ

#### বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $2 \times 5 = 10$

- ১। প্ল্যাকের কোয়ান্টাম তত্ত্ব কি?
- ২। রাদারফোর্ডের পরমাণুর প্রতিরূপ কি? এই প্রতিরূপের ক্রটি কি?
- ৩। একটি ইলেকট্রনকে  $V$  ভোল্ট বিভব পার্থক্যের মধ্যে দিয়ে পাঠানো হলে দেখাও যে এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট দ্য ব্রয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  
 $\lambda = 12.25/\sqrt{V} \text{ \AA}$  ।
- ৪। হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি ব্যাখ্যা করো।
- ৫। একটি ইলেকট্রনের অবস্থান  $0.01 \text{ cm}$  পাল্লার মধ্যে পরিমাপ করা গেলে, কণাটির ভরবেগ পরিমাপে অনিশ্চয়তা কত?
- ৬।  $x$ -অক্ষ বরাবর চলমান  $m$  ভরের একটি কণার ক্ষেত্রে শ্রোডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ লেখো যখন কণাটির উপর ক্রিয়াশীল বিভব  $V(x) = V_0$ , ধূঢ়বক, যখন  $x > 0$   
 $= 0$ , যখন  $x < 0$ ।

৭। নিউক্লিয় স্থায়িত্বের জন্য নিউক্লিয়াসে নিউট্রন সংখ্যা প্রোটন সংখ্যা অপেক্ষা বেশি হওয়া প্রয়োজন কেন ?

৮। বেথে-ভাইংজ্যাকের-এর অর্ধ-অনুভূতিমূলক ভরসূচিটি লেখো ।

**বিভাগ - খ**

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $5 \times 8 = 20$

৯। আইনস্টাইনের আলোক-তড়িৎ সমীকরণটি আলোচনা করো ।  
আইনস্টাইনের আলোক কোয়ান্টাম মতবাদের ভিত্তিতে  
আলোক-তড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো ।  $2+3$

১০। বস্তুর তরঙ্গ এবং কণা প্রকৃতির উপর আলোচনা করো । ডেভিসন  
এবং গার্মারের ইলেকট্রন বিচ্ছুরণ পরীক্ষার ফলাফল আলোচনা  
করো ।  $2.5+2.5$

১১। হাইড্রোজেন পরমাণুর সংক্রান্ত বোর তত্ত্বের মূল স্বীকার্যগুলি  
লেখো । বোর তত্ত্বের সাহায্যে হাইড্রোজেন বর্ণালির উৎপত্তি  
ব্যাখ্যা করো ।  $2+3$

১২। কেন্দ্রকের বন্ধন শক্তি কাকে বলে ? নিউক্লিয়াসের ভরসংখ্যা এবং  
নিউক্লিয় কণা প্রতি বন্ধন শক্তির মধ্যে পরিবর্তনের লেখচিত্রটি  
ব্যাখ্যা করো । এই লেখচিত্র থেকে কেন্দ্রকের স্থায়িত্ব সম্পর্কে  
কি জানা যায় ?  $1+3+1$

P.T.O.

১৩।  $\alpha$ -বিষটন প্রক্রিয়ার মূল তত্ত্ব কি?  $\alpha$ -বিষটন প্রক্রিয়ায় নির্গত  $\alpha$ -কণার গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো। ১+৪

১৪।  $\beta$ -বিষটন প্রক্রিয়াগুলি কি?  $\beta$ -শক্তি বর্ণালি ব্যাখ্যা করার জন্য পাউলির নিউট্রিনো মতবাদ আলোচনা করো। ২+৩

### বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $10 \times 1 = 10$

১৫। (ক) কম্পটন ক্রিয়া কি? আলোর কোয়ান্টাম তত্ত্বের প্রয়োগ দ্বারা কম্পটন শিফটের রাশিমালা নির্ণয় করো। ১+৫

(খ) তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু এবং গড় আয়ুর সংজ্ঞা ও রাশিমালা নির্ণয় করো। এদের মধ্যে সম্পর্ক কি? ৪

১৬। (ক) একমাত্রিক অসীম বিভব বাস্তুর মধ্যে আবদ্ধ কণার শ্রোডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ সমাধান করে আইগেন অপেক্ষক নির্ণয় করো এবং দেখাও যে কণার শক্তি কোয়ান্টায়িত। ৬

(খ) সমীকরণসহ নিউক্লিয় বিভাজন সম্পর্কে আলোচনা করো। ৪

OR

## [Mathematical Physics]

## Group - A

Answer any *five* out of following *eight* questions :

2×5=10

1. Explain the expression  $\left[ \frac{x}{x^2 + y^2} \right] dy - \left[ \frac{y}{x^2 + y^2} \right] dx$  exact or not.
2. Write down the most general second order linear partial differential equation. Hence explain the conditions that the equation will be transformed to hyperbolic, parabolic and elliptic form.
3. State and explain the Dirichlet's conditions for a function in connection, with Fourier expansions.
4. Explain whether the functions  $\tan x, |\sin x|^{-\frac{1}{2}}$  in the interval  $-\infty < x < \infty$  can be expanded in Fourier series.
5. Find the solutions of  $z^3 = 1$ . Hence plot the solutions in an Argand diagram on a circle of unit radius.
6. Using Gamma function technique show that  $\left(-\frac{1}{2}\right)! = \frac{1}{2}\sqrt{\pi}$ .

P.T.O.

7. Define error function ( $\text{erf}(x)$ ). From the definition show that  $\text{erf}(-x) = \text{erf}(x)$ .

8. Legendre equation has the form

$$(1-x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0, \text{ where } n \text{ is a constant.}$$

Show that  $x = 0$  is an ordinary point and  $x = \pm 1$  are regular singular point of this équation.

### Group - B

Answer any **four** out of following **six** questions :

$$5 \times 4 = 20$$

9. The temperature of a point  $(x, y, z)$  on the unit sphere is given by  $T(x, y, z) = 1 + xy + yz$ . By using Lagrange multipliers find the temperature of the hottest point on the sphere.

10. Write down the Helmholtz equation in cylindrical coordinates  $(P, Q, Z)$ . Hence solve it and find the most general solution.

11. Find the Fourier expansion of the function

$$f(x) = \begin{cases} x & ; 0 \leq x < \pi \\ x - 2\pi & ; \pi < x \leq 2\pi \end{cases}$$

12. Using Rodrigues formula to show that

$$\int_{-1}^1 P_n(x) P_m(x) dx = \frac{2}{2n+1} \delta_{nm}$$

13. (a) For the functions  $f(z) = \frac{\sin z}{z}$  and  $\frac{1}{z(z+1)}$ , find

the first order derivative and identify the region where  $f(z)$  is analytic.

(b) State the Cauchy-Riemann conditions for a function to be analytic. 3+2

14. (a) Write down Bessel's differential equation.

(b) Find the regular singular point with respect to which Frobenius method can be applied.

(c) Hence find the most general solution in terms of Bessel's functions of first kind. 1+1+3

### Group - C

Answer any **one** out of following **two** questions :

10×1=10

15. (a) Show that, if the function  $f(x)$  is odd function then the Fourier expansion of  $f(x)$  contains only sine

P.T.O.

( 10 )

terms. Hence show that the Fourier expansion of  
 $f(x) = x$ ;  $-\pi < x < \pi$  will be

$$f(x) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin nx.$$

(b) Find out the Branch points of the complex function

$f(z) = \sqrt{z^2 + 1}$ . Hence show the Branch cuts in  
the diagram graphically. 3+3+4=10

16. (a) The complex Fourier series expansion is given by

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{\frac{(2\pi i n x)}{L}} \text{ for } x_0 < x < x_0 + L$$

where the coefficient

$$A_n = \frac{1}{L} \int_{x_0}^{x_0+L} f(x) e^{-\left(\frac{2\pi i n x}{L}\right)} dx.$$

Using this find the value of  $A_n$  where

$$f(x) = x; -2 < x < 2$$

(b) Show that the relationship between beta and gamma  
function

$$\beta(m, n) = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}.$$
 5+5

## বঙ্গানুবাদ

## বিভাগ - ক

নীচের আটটি প্রশ্নের মধ্যে যে-কোনো পাঁচটির উত্তর দাও :

$$5 \times 2 = 10$$

১।  $\left[ \frac{x}{x^2 + y^2} \right] dy - \left[ \frac{y}{x^2 + y^2} \right] dx$  এই রাশিমালাটি যথাযথ (Exact) পরীক্ষা করো কিনা।

২। একটি দ্বিতীয় ক্রমের (order) আংশিক (partial) অবকল সমীকরণ লেখো। কি শর্তে সমীকরণটি পরাবৃত্তাকার, অধিবৃত্তাকার এবং উপবৃত্তাকার হবে তা ব্যাখ্যা করো।

৩। ফুরিয়ার শ্রেণী সংক্রান্ত ডিরিচলেটের শর্তাবলীগুলি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো।

৪।  $\tan x$  এবং  $|\sin x|^{-1/2}$  এই অপেক্ষকগুলিকে  $-\infty < x < \infty$  এই সীমার মধ্যে ফুরিয়ার শ্রেণীতে বিস্তার করা যাবে কিনা তা ব্যাখ্যা করো।

৫।  $z^3 = 1$  এই সমীকরণটির সমাধান করো। এই সমীকরণের যে বীজগুলি পাওয়া যাবে তা আরগন্ড তলে একটি একক ব্যাসার্ধের বৃত্তের উপর ছবি এঁকে দেখাও।

৬। গামা অপেক্ষক ব্যবহার করে দেখাও যে  $\left(-\frac{1}{2}\right)! = \frac{1}{2}\sqrt{\pi}$  ।

P.T.O.

৭। Error-অপেক্ষক কি? দেখাও যে  $\text{erf}(-x) = \text{erf}(x)$ ।

৮। লিজেন্দার সমীকরণটি হল

$(1-x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$ , যেখানে  $n$  হল ধ্রুবক সংখ্যা। দেখাও যে  $x = 0$  হল সাধারণ (ordinary) বিন্দু একটি এবং  $x = \pm 1$  হল সমীকরণটির regular singular বিন্দু।

### বিভাগ - খ

নীচের ছয়টি প্রশ্নের মধ্যে যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

$$5 \times 8 = 40$$

৯। ধরা যাক একটি একক ব্যাসার্দের গোলকের উপর কোনো বিন্দুতে  $(x, y, z)$  তাপমাত্রা অপেক্ষকটি হয়  $T(x, y, z) = 1 + xy + yz$ । ল্যাগরেঞ্জ গুণক (Lagrange Multiplier) পদ্ধতি ব্যবহার করে গোলকের উপর সবচেয়ে উষ্ণতা বিন্দুটি নির্ণয় করো।

১০। সিলিন্ডার স্থানাঙ্কে  $P, Q, Z$  হেলমহোল্টজ সমীকরণটি লেখো। তারপর সমাধান করে সবচেয়ে সাধারণ রাশিমালাটি নির্ণয় করো।

১১। নীচের অপেক্ষকের ফুরিয়ার শ্রেণীর রাশিমালা নির্ণয় করো।

$$f(x) = \begin{cases} x & ; 0 \leq x < \pi \\ x - 2\pi & ; \pi < x \leq 2\pi \end{cases}$$

১২। রডরিগের সূত্র ব্যবহার করে দেখাও যে,

$$\int_{-1}^1 P_n(x) P_m(x) dx = \frac{2}{2n+1} \delta_{nm}$$

১৩। (ক)  $f(z) = \frac{\sin z}{z}$  এবং  $f(z) \frac{1}{z(z+1)}$  এই দুটি অপেক্ষকের প্রথম ত্রিমের অবকল সহগ (অর্থাৎ  $\frac{df}{dz}$ ) বাহির করো এবং কোন অচলে  $f(z)$  একটি analytic অপেক্ষক হবে নির্ধারণ করো।

(খ) একটি অপেক্ষক analytic হওয়ার জন্য Cauchy-Riemann শর্তাবলীগুলি বলো।

3+২

১৪। (ক) বেসেলের অবকল সমীকরণটি লেখো।

(খ) ফ্রবিনিয়াস পদ্ধতিতে সমাধান করার জন্য regular singular বিন্দুটি বাহির করো।

(গ) সমীকরণটি সমাধান করো এবং প্রথম ধরনের Bessel অপেক্ষক দ্বারা প্রকাশ করো।

1+1+৩

### বিভাগ - গ

নীচের দুটি প্রশ্নের মধ্যে যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

10×1=10

১৫। (ক) ধরা যাক  $f(x)$  হল odd অপেক্ষক। তাহলে দেখাও যে ফুরিয়ার শ্রেণীবিন্যাসে শুধুমাত্র sine-পদগুলি থাকবে।

P.T.O.

( 14 )

এরপর এটি কাজে লাগিয়ে  $f(x) = x$ ;  $-\pi < x < \pi$   
এই অপেক্ষকের ফুরিয়ার শ্রেণী হবে

$$f(x) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin nx \text{ প্রমাণ কর।}$$

(খ) একটি জটিল অপেক্ষক  $f(z) = \sqrt{z^2 + 1}$  এর Branch Points গুলি নির্ণয় করো। এবং লেখচিত্রের সাহায্যে  
ছবিতে Branch cut দেখাও।  $3+3+8=10$

১৬। (ক) একটি জটিল ফুরিয়ার শ্রেণী বিন্যাস দেওয়া আছে —

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} A_n e^{\frac{(2\pi i n x)}{L}} \text{ যেখানে } x_0 < x < x_0 + L \text{ এবং}$$

$$A_n = \frac{1}{L} \int_{x_0}^{x_0+L} f(x) e^{-\left(\frac{2\pi i n x}{L}\right)} dx.$$

এটি কাজে লাগিয়ে  $A_n$ -এর মান বাহির করো যেখানে

$$f(x) = x; -2 < x < 2$$

(খ) দেখাও যে বিটা ও গামা অপেক্ষকের মধ্যে সম্পর্কটি হল

$$\beta(m, n) = \frac{\Gamma(m)\Gamma(n)}{\Gamma(m+n)}. \quad 5+5$$

**OR****[Quantum Mechanics]****Group - A**Answer any *five* questions :  $2 \times 5 = 10$ 

1. What are eigenfunctions and eigenvalues?
2. Which of the wave function is the solution of Schrödinger wave equation?  
(i)  $A \tan x$  (ii)  $Ae^{-x^2}$
3. Write down the spectroscopic notation of the electron for the ground state of sodium atom ( $Z = 11$ ).
4. Define gyromagnetic ratio.
5. What was the aim of Stern-Gerlach experiment? The magnetic field used in this experiment is homogeneous or non homogeneous?
6. What is Bohr magneton? Write down its value?
7. Write down the expression for the wave function of a free particle of energy  $E$  moving along + ve  $x$ -direction.
8. Distinguish between normal Zeeman effect and anomalous Zeeman effect.

P.T.O.

**Group - B**Answer any *four* questions :  $5 \times 4 = 20$ 

9. (a) State Pauli's exclusion principle. Show that in a state of principal quantum number  $n$ , the maximum number of electrons is  $2n^2$ . 1+2

(b) Name the essential elements that characterize the vector atom model. 2

10. (a) Define probability current density. 2

(b) Calculate the probability current density corresponding to the wave function  $\psi = \frac{1}{r} e^{ikr}$  and interpret the result. 3

11. (a) State the conditions of normalization and orthogonality of two wave functions. 2

(b) Normalize the one-dimensional wave function

$$\psi(x) = Ae^{-\alpha x} \quad \text{for } x > 0$$

$$\psi(x) = Ae^{\alpha x} \quad \text{for } x < 0$$

where  $\alpha$  is a positive constant. 3

12. (a) Write down Schrödinger wave equation. Starting from Schrödinger time dependent equation, establish Schrödinger time independent equation. 1+2

(b) What do you mean by stationary state? 2

13. (a) What do you mean by LS-coupling? How does it differ from jj-coupling? 2+1

(b) Find out the L, S and J values of the state  $^2D_{3/2}$ . 2

14. (a) State Heisenberg's uncertainty principle. 2

(b) An electron has a speed of 1 km/s with an accuracy of 0.05%. Calculate the uncertainty with which the position of the electron can be located. 3

### Group - C

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

15. (a) Define normal Zeeman effect. Using classical theory of normal Zeeman effect, the expression of the wave length shift  $\Delta\lambda = \pm \frac{eB\lambda^2}{4\pi mc}$ , where the symbols have usual meaning. 2+5

(b) In a normal Zeeman effect experiment, the used magnetic field is 0.6 T. Find the wavelength shift? The original wavelength is used  $4000\text{\AA}$ . 3

16. (a) What do you mean by free particle and bound particle? 2

P.T.O.

(b) A particle is confined in a one-dimensional potential box under the potential  $V(x) = 0$  for  $0 < x < L$  and  $V(x) = \infty$  for  $x = 0$  and  $x = L$ .

(i) Write down the Schrödinger wave equation.

2

(ii) Solve it to obtain the eigenfunctions.

4

(iii) Hence show that the energy eigenvalues are quantized.

2

### বঙ্গানুবাদ

#### বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $5 \times 2 = 10$

১। আইগেন-অপেক্ষক ও আইগেন-মান বলতে কি বোঝ?

২। কোন তরঙ্গ অপেক্ষকটি শ্রোডিংগার-এর তরঙ্গ সমীকরণের একটি সমাধান?

(i)  $A \tan x$  (ii)  $Ae^{-x^2}$

৩। সোডিয়াম পরমাণুর ( $Z = 11$ ) ভূমিক্ষেত্রের ইলেকট্রনের জন্য spectroscopic প্রতীকটি লেখো।

৪। জাইরোম্যাগনেটিক অনুপাত কি?

৫। স্টার্ন-গার্লাচ পরীক্ষার উদ্দেশ্য কি ছিল? এই পরীক্ষায় প্রযুক্তি চৌম্বকক্ষেত্র সুবম না অসম?

৬। বোর ম্যাগনোটন কি? এর মান কত?

৭। একটি মুক্ত কণিকা ধনাত্মক  $x$ -অক্ষ বরাবর  $E$  গতিশক্তিসহ গতিশীল। উহার গতির সংশ্লিষ্ট তরঙ্গ-অপেক্ষকটি লেখো।

৮। স্বাভাবিক জীম্যান ক্রিয়া ও অস্বাভাবিক জীম্যান ক্রিয়া-এর মধ্যে পার্থক্য লেখো।

### বিভাগ - খ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $8 \times 5 = 20$

৯। (ক) পাউলির অপবর্জন নীতিটি লেখো।  $n$  মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যাযুক্ত শক্তি খোলকে সন্তান্য ইলেকট্রন সংখ্যা  $2n^2$  — প্রমাণ করো। ১+২

(খ) পরমাণুর ভেক্টর প্রতিরূপের প্রধান্য বৈশিষ্ট্য দুটি লেখো। ২

১০। (ক) সন্তান্যতা বর্তমান ঘনত্ব বলতে কি বোঝা? ২

(খ)  $\Psi = \frac{1}{r} e^{ikr}$  তরঙ্গ অপেক্ষকটির সন্তান্যতা বর্তমান ঘনত্ব নির্ণয় করো এবং প্রাপ্ত ফলাফল বিশ্লেষণ করো। ৩

১১। (ক) দুটি তরঙ্গ অপেক্ষকের পরিমিত এবং অর্থগোনাল হওয়ার শর্ত লেখো। ২

P.T.O.

(খ) প্রদত্ত তরঙ্গ অপেক্ষকটিতে পরিমিত অবস্থার শর্ত প্রয়োগ করে পরিমিত তরঙ্গ অপেক্ষকটি নির্ণয় কর। ( $\alpha$  একটি ধ্রুবক)

$$\psi(x) = Ae^{-\alpha x} \quad \text{for } x > 0$$

$$\psi(x) = Ae^{\alpha x} \quad \text{for } x < 0 \quad 3$$

১২। (ক) শ্রোডিংগার-এর তরঙ্গ সমীকরণটি লেখো। সময়-নির্ভর শ্রোডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ এর সাহায্যে সময়-নিরপেক্ষ শ্রোডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।  $1+2$

(খ) স্থির অবস্থা (stationary state) বলতে কি বোঝ?  $2$

১৩। (ক) LS-কাপলিং বলতে কি বোঝ? jj-কাপলিং-এর সহিত এর তফাত লেখ।  $2+1$

(খ)  $^2D_{3/2}$  অবস্থা স্তরের L, S এবং J-এর মান নির্ণয় করো।  $2$

১৪। (ক) হাইসেনবার্গের অনিশ্চয়তা শর্তটি লেখো।  $2$

(খ) একটি ইলেকট্রনের গতিবেগ  $1 \text{ km/s}$  এবং পরিমাপের ত্রুটি  $0.05\%$ । ইলেকট্রনের অবস্থান নির্ণয়ের নিশ্চয়তা পরিমাপ করো।  $3$

## বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $10 \times 1 = 10$ 

১৫। (ক) স্বাভাবিক জিম্যান ক্রিয়া বলতে কি বোঝা? সনাতন তত্ত্ব প্রয়োগ করে দেখাও যে স্বাভাবিক জিম্যান ক্রিয়ায় তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বিচ্যুতির রাশিমালা  $\Delta\lambda = \pm \frac{eB\lambda^2}{4\pi mc}$  (প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থবহ)। ২+৫

(খ) স্বাভাবিক জিম্যান ক্রিয়ায় প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $0.6T$ । মূলরেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মান  $4000A$  হলে উৎপন্ন নতুন রেখার সহিত মূলরেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য কত? ৩

১৬। (ক) মুক্ত কণা ও আবদ্ধ কণা বলতে কি বোঝা? ২

(খ) একমাত্রিক বাক্সের মধ্যে একটি কণার বিভব অবস্থা নিম্নরূপ —

$$V(x) = 0; \quad 0 < x < L$$

$$V(x) = \infty; \quad x = 0 \text{ এবং } x = L$$

(i) সংশ্লিষ্ট শ্রোডিংগার-এর তরঙ্গ সমীকরণটি লেখো। ২

(ii) সমীকরণটি সমাধান করে আইগেন-অপেক্ষক নির্ণয় করো। ৮

(iii) দেখাও যে আইগেন মানগুলি কোয়ান্টায়িত। ২

---

P.T.O.

( 22 )

**OR**

**[Medical Physics]**

**Group - A**

Answer any **five** questions :  $2 \times 5 = 10$

1. Does rod cells have a tunic curve similar to the cone cells?
2. What pressure acts for a person weighing 80 kg on his foot surface, by standing on one foot and the area considered is  $100 \text{ cm}^2$ ?
3. What is the frequency range used in ultrasonic imaging devices?
4. What is the advantage of IMRT over 3DCRT?
5. What is the SI unit of ionizing radiation dose?
6. What is Compton effect?
7. Describe a thimble chamber.
8. Draw the circuit diagram of full-wave rectifier.

**Group - B**

Answer any **four** questions :  $5 \times 4 = 20$

9. When a patient's upper leg is absorbing X-rays, the X-ray, after leaving the X-ray tube with original intensity

$I_0 = 4 \text{ W/m}^2$ , passes through the following layers :

- layer of air, of distance  $X_L = 30 \text{ cm}$ , attenuation coefficient  $\mu_L = 0.001 \text{ cm}^{-1}$ ;
- soft tissue of thickness  $X_{w1} = 7 \text{ cm}$ ; attenuation coefficient  $\mu_w = 0.18 \text{ cm}^{-1}$ ;
- bone, with a diameter of  $X_k = 2 \text{ cm}$ ; attenuation coefficient  $\mu_k = 1.6 \text{ cm}^{-1}$ ;
- soft tissue of thickness  $X_{w2} = 6 \text{ cm}$ .

What is the intensity of the X-ray when it strikes the photo plate? 5

[**Note** : the bone should be considered to be solid, not hollow]

10. A Doppler ultrasound measurement device is used to measure the flow velocity of blood in an artery. The emitting and simultaneously receiving instrument is brought to the skin above the artery to be investigated, at angle  $\alpha = 45^\circ$ . In this case, a blood cell located exactly in the flow axis of the artery is struck with ultrasound. The frequency of the emitted sound wave is  $f = 5.5 \text{ MHz}$ . The Doppler device shows the response to have a frequency shift of  $|\Delta f| = 920 \text{ Hz}$ . What is the velocity ( $v$ ) of the blood cell being investigated? The speed of sound ( $c$ ) is  $1500 \text{ m/s}$ . 5

P.T.O.

11. Discuss in brief how human body temperature is regulated. 5

12. Draw a clear diagram showing inner parts of the ear and label them properly. 2+3

13. Describe the working principle of semiconductor radiation detector. What are the advantages of Ge detectors over Si detectors? 3+2

14. Explain the working principle of a Gamma camera. 5

### Group - C

Answer any *one* question : 10×1=10

15. Discuss in brief about the principle of operation of a GM counter. What is dead time of a GM counter? Why are halogen gases added to GM counter? Why cannot the GM counters be used for detecting high-activity samples? 4+2+2+2

16. Describe the working principle of Positron Emission Tomography. Mention the different types of PET scans and describe their working. What are its applications? 3+4+3

## বঙ্গানুবাদ

## বিভাগ - ক

যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $5 \times 2 = 10$ 

- ১। রড কোষগুলির কি কোন কোষের ন্যায টিউনিং (Tuning) লেখ আছে?
- ২। 80 kg ওজনের এক ব্যক্তি এক পায়ে দাঁড়িয়ে আছে। পায়ের ক্ষেত্রফল  $100 \text{ cm}^2$  হলে, পায়ের মধ্য দিয়ে ক্রিয়াশীল চাপের মান কত?
- ৩। অতিস্থনক বা আল্ট্রাসনিক ইমেজিং যন্ত্রের কম্পাক্ষ পরিসীমার মান লেখো।
- ৪। 3DCRT যন্ত্রের তুলনায় IMRT যন্ত্রের সুবিধা কি?
- ৫। Ionizing radiation dose -এর SI একক কি?
- ৬। Compton effect কি?
- ৭। Thimble chamber-এর বর্ণনা দাও।
- ৮। পৃষ্ঠ তরঙ্গ একমুখীকারকের সম্পূর্ণ বর্তনীচিত্র অঙ্কন করো।

## বিভাগ - খ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $5 \times 4 = 20$ 

- ৯। একটি এক্স-রে নল থেকে নির্গত রশ্মির তীব্রতা  $I_0 = 4 \text{ W/m}^2$ ,

P.T.O.

এই রশ্মি যখন একজন রোগীর পায়ের মধ্য দিয়ে যায়, তখন নিম্নলিখিত স্তরগুলি অতিক্রম করে যেতে হয় :

- বায়ুস্তর যার দৈর্ঘ্য,  $X_L = 30 \text{ cm}$ , ক্ষয় গুণাক্ষ  $\mu_L = 0.001 \text{ cm}^{-1}$ ;
- নরম টিস্যু (কলা) যার দৈর্ঘ্য  $X_{wl} = 7 \text{ cm}$ , ক্ষয় গুণাক্ষ  $\mu_w = 0.18 \text{ cm}^{-1}$ ;
- অস্তি যার ব্যাস  $X_k = 2 \text{ cm}$ , ক্ষয় গুণাক্ষ  $\mu_k = 1.6 \text{ cm}^{-1}$ ;
- নরম টিস্যু (কলা) যার দৈর্ঘ্য  $X_{w2} = 6 \text{ cm}$ ।

এক্স রশ্মিটি যখন ফটো প্লেটে আঘাত করবে, তখন তীব্রতা কত হবে ?

৫

(অস্থিকে ‘ফাঁপা’ না ধরে ঘন ধরে নিতে হবে।)

১০। একটি ডপলার আল্ট্রাসাউন্ড যন্ত্রের দ্বারা ধর্মণীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত রক্তের গতিবেগ মাপা হচ্ছে। গ্রাহক এবং প্রেরক যন্ত্রটি ধর্মণীর উপরের চামড়ার কাছে  $\alpha = 45^\circ$  কোণে বসানো আছে। এই অবস্থায়, ধর্মণী অক্ষ বরাবর প্রবাহিত একটি রক্ত কোষকে আল্ট্রাসাউন্ড দ্বারা আঘাত করা হল। এর ফলে নির্গত শব্দ কম্পাক্ষ  $f' = 5.5 \text{ MHz}$  এবং কম্পাক্ষ চুতি  $|\Delta f| = 920 \text{ Hz}$ . ধর্মণী অক্ষ বরাবর প্রবাহিত রক্তকোষের গতিবেগ (v) নির্ণয় করো। শব্দের গতিবেগ (c) =  $1500 \text{ m/s}$ ।

৫

১১। মানব শরীরের তাপমাত্রা কিভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়, ব্যাখ্যা করো।

৫

১২। কানের অভ্যন্তরীণ অংশগুলির পরিষ্কার চিত্র অঙ্কন করে চিহ্নিত  
করো। ২+৩

১৩। Semiconductor radiation detector-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা  
করো। SI detector-এর তুলনায় Ge detectors ব্যবহার করার  
সুবিধেগুলো কি কি? ৩+২

১৪। Gamma camera-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো। ৫

### বিভাগ - গ

যে-কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $10 \times 1 = 10$

১৫। জি এম কাউন্টার (GM Counter)-এর কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে  
সংক্ষেপে আলোচনা করো। ডেড টাইম (dead time) বলতে  
কি বোঝ? জি এম কাউন্টারে কেন হ্যালোজেন গ্যাস যুক্ত করা  
হয়? উচ্চ ক্রিয়াশীল নমুনার ক্ষেত্রে কেন জি এম কাউন্টার  
ব্যবহার করা যায় না? ৮+২+২+২

১৬। পজিট্রন নির্গমন টমোগ্রাফির কার্যনীতি বর্ণনা করো। বিভিন্ন  
ধরনের PET স্ক্যান উল্লেখ করো এবং তাদের কাজ বর্ণনা করো।  
তার অ্যাপ্লিকেশন কি কি? ৩+৪+৩

---