



বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয়
VIDYASAGAR UNIVERSITY

Question Paper

B.Sc. General Examinations 2020

(Under CBCS Pattern)

Semester - V

Subject: PHYSICS

Paper: DSE 1AT / 2AT / 3AT

Full Marks : 60

Time : 3 Hours

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

The figures in the margin indicate full marks.

ELEMENTS OF MODERN PHYSICS

Group - A

THEORY (Marks : 40)

Answer any *two* from the following questions :

2×20

1. Answer any *five* from the following :

5×4=20

(a) What is physical interpretation of wave function ? What is the significance of $|\psi|^2$?

(b) What is artificial radioactivity ? Write appropriate example.

- (c) What is Yukawa force ?
- (d) Write down the properties of photons.
- (e) Prove that the de broglie wavelength associated with an electron, rotating in first bohr orbit of hydrogen atom is equal to circumference of this orbit.
- (f) What is Phase velocity and group velocity ?
- (g) What is tunnel effect, potential well and barrier height ?
2. (a) (i) What is nuclear binding energy ?
- (ii) Masses of hydrogen atom and neutron are 1.008142 a.m.u and 1.008982 a.m.u respectively. Calculate packing fraction of nucleus and binding energy per nucleon of O_8^{16} . (Atomic mass = 15.994916 a.m.u) 3+3
- (b) (i) Discuss about nuclear fission.
- (ii) What is chain reaction ?
- (iii) A nuclear reactor consumes 10 kg of ^{235}U fuel per day. Calculate the power of that nuclear reactor. [Given that, nuclear of ^{235}U releases 200 MeV energy in each fission.] 3+3+3
- (c) (i) Radioactivity is a nuclear phenomenon – explain this.
- (ii) What is radio carbon dating ? 2+3
3. (a) (i) Briefly discuss about electromagnetic theory and quantum theory of light.
- (ii) Threshold wavelength of a metal is 6525 angstrom. This metal is illuminated by light of wavelength 4000 angstrom. What will be the stopping potential ? 3+3
- (b) (i) Using uncertainty principle, show that an alpha particle can exist inside the nucleus.
- (ii) Calculate the uncertainty in the momentum of a proton confined in a nucleus of radius 10^{-14} m. Using this result estimate the kinetic energy of the proton. 3+4

(c) (i) What do you mean by radioactive equilibrium ?

(ii) When transient equilibrium and stable equilibrium occurs and what is the relation between them? 3+3

4. (a) What is Compton Effect ? Calculate the expression of 'Compton shift' in Compton Effect ? 2+8

(b) Calculate the wave function and energy of the nth state of a particle of mass m confined in a 1-D box. 5+5

Group - B

PRACTICAL (Marks : 20)

Answer any *one* from the following questions : 1×20

1. Explain how to determine the value of Boltzmann constant using V-I characteristics of PN diode.
2. Describe in detail how to determine value of Planck's constant using LEDs of at least 4 different colours.
3. Write down the procedure to determine the charge of an electron using Millikan oil drop apparatus.
4. Narrate the procedure to determine the value of e/m by magnetic focusing.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

নিম্নলিখিত প্রশ্নের মধ্যে যে কোন দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে কোন পাঁচটির উত্তর দাও : 5×4=20

(ক) তরঙ্গ অপেক্ষকের ভৌত ব্যাখ্যা কি? $|\psi|^2$ রাশির গুরুত্ব কি?

(খ) কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? উদাহরণ সহ লেখ।

(গ) ইউকাওয়া বল কি?

(ঘ) ফোটনের ধর্মগুলি লেখ।

(ঙ) প্রমাণ করো যে হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনের দ্য ব্রয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কক্ষপথের পরিধির সমান।

(চ) দশা বেগ এবং গুচ্ছ বেগ বলতে কি বোঝ?

(ছ) সুদৃঙ্গ ক্রিয়া, বিভব-কূপ এবং প্রতিবন্ধক উচ্চতা কাকে বলে?

২। (ক) (অ) কেন্দ্রীয় বন্ধন শক্তি কি?

(আ) হাইড্রোজেন পরমাণু এবং নিউট্রনের ভর যথাক্রমে 1.008142 এবং 1.008982 a.m.u O_8^{16} কেন্দ্রকের সমাবেশ ভগ্নাংশ এবং নিউক্লিয় প্রতি বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর। পারমাণবিক ভর 15,.994916 a.m.u. 3+3

(খ) (অ) নিউক্লিয় বিভাজন সম্পর্কে আলোচনা কর।

(আ) শৃঙ্খল বিক্রিয়া কি?

(ই) একটি নিউক্লিয় বিক্রিয়কে দিনে 10 kg ^{235}U জ্বালানি খরচ হয়। বিক্রিয়কের ক্ষমতা কত? ^{235}U কেন্দ্রকের প্রতি বিভাজনে 200 MeV শক্তি নির্গত হয়। 3+3+3

(গ) (অ) তেজস্ক্রিয়তা নিউক্লিয় ঘটনা ব্যাখ্যা কর।

(আ) তেজস্ক্রিয় কার্বন ডেটিং কি? 2+3

৩। (ক) (অ) আলোর তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্ব ও কোয়ান্টাম তত্ত্ব সম্পর্কে আলোচনা কর।

(আ) একটি ধাতুর সূচনা তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6525 angstrom। এই ধাতুকে 4000 angstrom তরঙ্গদৈর্ঘ্য এর আলোকে আলোকিত করলে নিরোধী বিভব কত হবে? 3+3

(খ) (অ) অনিশ্চয়তার নীতি ব্যবহার করে প্রমাণ করো যে, আলফা কণা নিউক্লিয়াসের মধ্যে অবস্থান কর।

(আ) 10^{-14} m ব্যাসার্ধের নিউক্লিয়াসের মধ্যে আবদ্ধ প্রোটনের ভরবেগে অনিশ্চয়তার পরিমাপ নির্ণয় কর। এখান থেকে প্রোটনের গতিশক্তি নির্ণয় কর। 3+4

(গ) (অ) তেজস্ক্রিয় স্থিতাবস্থা বলতে কি বোঝ?

(আ) সাময়িক ও দীর্ঘস্থায়ী স্থিতাবস্থা কখন প্রতিষ্ঠিত হয়? এদের মধ্যে সম্পর্ক কি? 3+3

৪। (ক) কম্পটন ত্রিফা কি? কম্পট ত্রিফায় 'Compton' এর রাশিমালা নির্ণয় কর। 2+8

(খ) একমাত্রিক আবদ্ধ m ভরের বস্তুকণার n তম স্তরের তরঙ্গ অপেক্ষক ও শক্তির মান নির্ণয় কর।

5+5

বিভাগ - খ

নিম্নলিখিত প্রশ্নের মধ্যে যে কোন একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। PN diode এর V-I লেখচিত্রের সাহায্যে কীভাবে Boltzmann constant এর মান নির্ধারণ করবে ব্যাখ্যা কর।

২। কীভাবে কমপক্ষে চারটি বিভিন্ন রঙের LED ব্যবহার করে Planck's constant নির্ধারণ করবে বিস্তারিত বর্ণনা কর।

৩। Millikan oil drop apparatus এর সাহায্যে ইলেকট্রনের আধান নির্ধারণের পরীক্ষার পদ্ধতিটি লেখ।

৪। magnetic focusing এর দ্বারা e/m এর মান নির্ধারণের পদ্ধতি লেখ।

Vidyasagar University

MATHEMATICAL PHYSICS

Group - A

THEORY (Marks : 40)

Answer any *two* from the following questions :

2×20

1. (a) If $u = \tan^{-1}\left(\frac{x^3 + y^3}{x - y}\right)$ prove that $x \frac{\partial u}{\partial x} + y \frac{\partial u}{\partial y} = \sin 2u$ and

$$x^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + y^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \sin 4u - \sin 2u$$

- (b) If $f(x) = x^2$ and in interval $-\pi \leq x \leq \pi$ show that $f(x) = \frac{\pi^3}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \cos nx$.

10+10

2. (a) Define odd and even function with example.

- (b) Draw a graph of $f(t)$ vs t

$$(i) f(t) = \begin{cases} \frac{a}{2} & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{T}{2} \\ -\frac{a}{2} & \text{for } \frac{T}{2} \leq t \leq T \end{cases}$$

$$(ii) \begin{cases} \frac{f(t)}{t} = \frac{2a}{T} & \text{for } 0 \leq t \leq \frac{T}{2} \\ \frac{f(t)}{(T-t)} = \frac{2a}{T} & \text{for } \frac{T}{2} \leq t \leq T \end{cases}$$

- (c) What is the singular point of second order linear differential equation ?

- (d) Establish the relation between Gamma and Beta function.

3. (a) Solve the equation $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$ (using method of separation of variables).

(b) Find the general value of $\log(1+i) + \log(1-i)$

(c) Prove that $\beta(m, n) = 2 \int_0^{\pi/2} \sin^{2m-1} \theta \cos^{2n-1} \theta d\theta$

(d) Find the Fourier series representation $f(x) = x$ for interval $0 < x < 2\pi$

4. (a) Prove the recurrence relation $nP_n = (2n-1)xP_{n-1} - (n-1)P_{n-2}$

(b) Solve the partial differential equation

$$\frac{y-z}{yz} p = \frac{z-x}{zx} q = \frac{x-y}{xy} r$$

(c) Obtain the complex form the Fourier series of the function

$$f(x) = \begin{cases} 0 & -\pi < x < 0 \\ 1 & 0 < x < \pi \end{cases}$$

(d) Evaluate $\int_0^\pi \frac{d\theta}{3+2\cos\theta}$ by contour integration in the complex plane.

Group - B

PRACTICAL (Marks : 20)

Answer any **one** from the following questions :

1×20

Write the computer code in C or C++

Print the input and output

1. (i) Write a computer program to find sum and (arithmetic) mean of the following data :

15, 20, 35, 87, 65, 57, 38, 33, 46

- (ii) Write a computer program to find out the value of integral

$$I = \int_{1.75}^{5.25} \left(\sqrt{x} + \frac{x^3}{3} \right) dx$$

2. (i) Write a computer program to arrange the following data in ascending order :

732, -151, 663, 822, -33, 0, -52, 231, 521, -73

- (ii) Write a computer program to find out the real roots of the equation :

$$x^3 - 3x^2 - x + 3 = 0$$

3. (i) Write a computer program to find the transpose of the following matrix :

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 12 & 8 \\ 3 & 6 & 9 & 13 \\ 8 & 6 & 4 & 10 \end{bmatrix}$$

- (ii) Write a computer program to solve the differential equation for finding the time variation charge during charging of a capacitor with DC source using Euler method.
-

QUANTUM MECHANICS

Group - A

THEORY (Marks : 40)

Answer any *two* from the following questions : 2×20

1. Answer any *five* from the following : 5×4=20

- (a) What is zeeman effect ?
- (b) What is Pauli's exclusion principle ?
- (c) What is expectation value of dynamical variable ? How is it obtained mathematically ?
- (d) What is L-S and J-J coupling ?
- (e) What is spin magnetic moment of an electron ?
- (f) Write down the conditions for physical acceptability of wave function.
- (g) Show that the de Broglie wavelength of a particle in a one dimensional box in the first excited state is equal to the length of the box.

2. (a) Show that the eigenvalues of the time-independent Schrodinger equation $H\psi = E\psi$ are real.

(b) Show how the yellow line of sodium is splitted into two components (called D_1 and D_2) due to spin-orbit coupling.

(c) Calculate the Lande-g-factor and total magnetic moment for the following states.

(i) $2_{S1/2}$ (ii) $2_{P1/2}$ (iii) $2_{P3/2}$ (iv) $2_{D3/2}$ 6+6+8

3. (a) What do you understand by fine-structure of spectral lines ? Explain the splitting of the $2P-1S$ line in the hydrogen atom spectrum on the basis of spin-orbit coupling.

- (b) Calculate $\left\langle \frac{1}{r} \right\rangle$ for an electron in ground state of a hydrogen atom and use the result to calculate (i) average potential energy (iii) average kinetic energy.
- (c) Calculate the probability that a particle in 1D box of length L can found between 0.4 L to 0.6L for the (i) ground state (ii) first excited state (iii) second excited state. 7+4+9
4. (a) Describe Stren-Gerlatch experiment and discuss the significance of this experiment.
- (b) Evaluate (a) $\langle X \rangle$ (b) $\langle x^2 \rangle$ (c) $\langle p \rangle$ (d) $\langle p^2 \rangle$ for eigenstate of harmonic oscillator. 10+10

Group - B

PRACTICAL (Marks : 20)

Answer any **one** from the following questions : 1×20

1. What is Zeeman effect ? Explain the term normal and anomalous Zeeman effect. Show the energy-level splitting in the normal Zeeman effect singlet levels $l = 2$ and $l = 1$. Show the energy-level splitting in a magnetic field for the $^2P_{3/2}$, $^2P_{1/2}$ and $^2S_{1/2}$ energy levels for sodium, showing the anomalous Zeeman effect.
2. Establish the time dependent Schrödinger wave equation. Write down the properties of wave function.
3. Establish the Schrödinger's equation for the hydrogen atom.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

নিম্নলিখিত প্রশ্নের মধ্যে যে কোন একটি প্রশ্নের উত্তর দাও। 1×20=20

১। যে কোন পাঁচটির উত্তর লেখ : 5×4=20

(ক) Zeeman effect কাকে বলে?

(খ) পাউলির অপবর্জন নীতি কি?

(গ) পরিবর্তনশীল রাশির প্রত্যাশিত মান বলতে কি? গাণিতিকভাবে এটি কীভাবে পাওয়া যায়?

(ঘ) L-S and J-J coupling কি?

(ঙ) ইলেকট্রনের ঘূর্ণন চৌম্বক ভ্রামক কাকে বলে?

(চ) তরঙ্গ অপেক্ষকের ভৌত গ্রহণযোগ্যতা সম্পর্কিত শর্তাবলীগুলি লেখ।

(ছ) দেখাও যে, এক মাত্রিক বাক্সের প্রথম উত্তেজিত স্তরে অবস্থিত কণার দ্য ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য বাক্সটির দৈর্ঘ্য এর সমান

২। (ক) দেখাও যে, সময় নিরপেক্ষ Schrodinger equation এর আইগেনমান গুলি বাস্তব রাশি।

(খ) Spin-orbit coupling এর জন্য কীভাবে সোডিয়ামের হলুদ রেখা (D_1 এবং D_2) দুটি ভাগে বিভক্ত হয় দেখাও।

(গ) নিম্নলিখিত অবস্থাগুলির জন্য Lande-g-factor এবং সমগ্র চৌম্বক ভ্রামক নির্ণয় কর। 6+6+8

৩। (ক) বর্ণালি রেখার fine-structure বলতে কি বোঝ? Spin-orbit coupling এর ভিত্তিতে হাইড্রোজেন পরমাণুর রেখা বর্ণালির 2P-1S রেখার বিভাজন ব্যাখ্যা কর।

(খ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ভৌমস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রনের $\left\langle \frac{1}{r} \right\rangle$ নির্ণয় কর। এই ফলাফলের ভিত্তিতে (অ) গড় স্থিতিশক্তি (আ) গড় গতিশক্তি নির্ণয় কর।

(গ) L দৈর্ঘ্য সম্পন্ন একমাত্রিক বাক্সের মধ্যে অবস্থিত কণার যথাক্রমে (অ) ভৌমস্তর (আ) প্রথম উত্তেজিত স্তর (ই) দ্বিতীয় উত্তেজিত স্তরের 0.4L থেকে 0.6L এর মধ্যে থাকার সম্ভাবনা নির্ণয় কর। 7+4+9

৪। (ক) Stern-Gerlach পরীক্ষাটি বর্ণনা করো ও এই পরীক্ষার তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।

(খ) Harmonic oscillator এর eigenstate এর জন্য (a) $\langle X \rangle$ (b) $\langle x^2 \rangle$ (c) $\langle p \rangle$ (d) $\langle p^2 \rangle$ নির্ণয় কর।

10+10

বিভাগ - খ

নিম্নলিখিত প্রশ্নের মধ্যে যে কোন একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

- ১। জিমান এফেক্ট কি? normal এবং anomalous জিমান এফেক্ট সম্পর্কে লেখ। Normal জিমান এফেক্টের $l = 2$ এবং $l = 1$ শক্তি স্তরের বিভাজনগুলি দেখাও। Anomalous জিমান এফেক্টের জন্য সোডিয়ামের $^2P_{3/2}$, $^2P_{1/2}$ এবং $^2S_{1/2}$ শক্তিস্তরের বিভাজনগুলি দেখাও।
- ২। Schrödinger এর সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর। Wave function এর বৈশিষ্ট্যগুলি লেখ।
- ৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য Schrödinger-এর সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর।

Vidyasagar University

MEDICAL PHYSICS

Group - A

THEORY (Marks : 40)

Answer any *two* from the following questions :

2×20

1. Describe how x-ray is produced ? What is characteristic x-ray ? What do you mean by Bremsstrahlung ?
2. Discuss the construction and the action of GM counter with necessary diagram.
3. Describe the construction of human ear and also discuss about the mechanical analogue of human ear. Discuss in brief about the steps of the hearing process.
4. Discuss about the image formation in human eye.

Group - B

PRACTICAL (Marks : 20)

Answer any *one* from the following questions :

1×20

1. Describe a manual Hg blood pressure monitor apparatus mentioning its different parts. Discuss the procedure for the measurement of the blood pressure with this apparatus.
 2. Briefly describe the GM counter apparatus and describe how you can measure background radiation with this apparatus.
 3. Write down the theory of Doppler effect in brief and discuss the working principle of the Vascular Doppler apparatus.
-