



বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয়
VIDYASAGAR UNIVERSITY
Question Paper

B.Sc. General Examinations 2021

(Under CBCS Pattern)

Semester - V

Subject : PHYSICS

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

Full Marks : 60 (Theory - 40 + Practical - 20)

Time : 3 Hours

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

The figures in the margin indicate full marks.

[ELEMENTS OF MODERN PHYSICS]

(Theory)

Group-A

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

12×3=36

1. (i) From Heisenberg's Uncertainty Principle prove that electron can't exist in nucleus.
- (ii) From uncertainty principle calculate ground state energy of linear Harmonic Oscillator.
- (iii) An electron is confined in a box of length 10^{-9} m. Calculate the minimum uncertainty in the measurement of its velocity.

- (iv) On the basis of quantum theory, prove Bohr's postulate that the angular momentum of electron in an atomic orbit is an integral multiple of $\frac{h}{2\pi}$.
- (v) Why Compton effect is not observed for visible light? 3+3+2+2+2
2. (i) Give the physical significance of wave function. What do you mean by the square of wave function?
- (ii) Show that probability density current for a plane wave in a medium is equal to product of probability density and velocity of the particle in the medium.
- (iii) Find normalisation constant of the particle described by the Gaussian wave packet wave function $\psi(x) = Ae^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}} e^{ikx}$.
- (iv) Find the value of angular momentum operator in cartesian co-ordinate. 3+3+3+3
3. (i) What is meant by activity of a radioactive element?
- (ii) Calculate the atomic number of the most stable nucleus for a given mass number A on the liquid drop model.
- (iii) What are the difficulties in explaining photoelectric effect with electromagnetic theory of light? How did Einstein explain all the observed facts for this effect?
- (iv) 1.0 gm of radioactive substance takes 91 days to lose 0.9 gm. Calculate the half-life and mean life of the substance? 2+3+(2+3)+2
4. (i) If the wave function $\psi(x) = Ae^{i(ax-wt)}$, find the probability current density. (A = constant)
- (ii) What is Zero point energy?
- (iii) A particle with an energy E is incident on a finite barrier of height V_0 . If $E > V_0$, write down the Schrodinger's equation and the form of the wave function in different regions. 3+2+7
5. (i) Explain the process of electron capture.
- (ii) Explain nuclear fission from the idea of liquid drop model.

- (iii) Calculate the value of photoelectric work function for sodium metal in electron volt. Given the threshold wavelength 6800Å and $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J.sec.
- (iv) Why are neutrons useful as bombarding agents for nuclear reactions? 2+5+3+2
6. (i) Write down the definition of work function. A copper plate is irradiated with the light of wavelength 1849 Å under the application of stopping potential of 2.72 Volt. Calculate the work function and threshold frequency.
- (ii) Describe Davison-Germer experiment to Demonstrate the wave nature of electron.
- (iii) State the uncertainty relation between time-energy and obtain it from position-momentum uncertainty relation. (1+3)+5+3

Group-B

Answer any *two* questions from the following : 2×2=4

- Write down the properties of nuclear force.
- Calculate the binding energy per nucleon in ${}^6\text{C}^{12}$. Masses of photon, neutron and electron are 1.00728, 1.00867 and 0.00055 amu respectively. The mass of ${}^6\text{C}^{12}$ atom is 12 amu.
- The wave function of a particle confined in a box of length a is $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)$; $0 \leq x \leq a$.
Calculate the probability of finding the particle in the region $0 < x < \frac{a}{2}$.
- Prove that the wave function $\psi(x) = Ae^{iKx}$ is eigen function of momentum operator, where $K =$ Propagation constant.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

নীচের যেকোনো *তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও :

১২×৩=৩৬

- (i) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি থেকে প্রমাণ করো ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসে থাকতে পারে না।
- (ii) অনিশ্চয়তা নীতি থেকে রৈখিক সুরেলা দোলকের ভূস্থরীয় শক্তি নির্ণয় করো।

- (iii) একটি ইলেকট্রন 10^{-9}m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি বাক্সে আবদ্ধ। তার বেগ নির্ণয়ে ন্যূনতম অনিশ্চয়তার মান নির্ণয় করো।
- (iv) কণাতত্ত্বের উপর ভিত্তি করে বোরের স্বীকার্যটি প্রমাণ করো। অর্থাৎ দেখাও যে কোনো কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগের মান $\frac{h}{2\pi}$ এর সরল গুণিতক।
- (v) কেন দৃশ্যমান আলোর ক্ষেত্রে কম্পটন ত্রিফা দেখা যায় না? 3+3+2+2+2
2. (i) তরঙ্গ অপেক্ষকের পদার্থবিদ্যাগত তাৎপর্য লেখো। তরঙ্গ অপেক্ষকের বর্গের প্রকৃত তাৎপর্য কী?
- (ii) দেখাও যে একটি মাধ্যমে একতলীয় তরঙ্গের ক্ষেত্রে সম্ভাব্য প্রবাহ ঘনত্বের মান, সম্ভাবনা ঘনত্ব এবং ওই মাধ্যমের কণার বেগের গুণফলের সমান।
- (iii) গাউসীয় তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi(x) = Ae^{-\frac{\alpha^2 x^2}{2}} e^{ikx}$ এর নিয়মমাফিককরণ প্রবক নির্ণয় করো।
- (iv) কার্তেসীয় স্থানাঙ্কের কৌণিক ভরবেগ চালকের মান নির্ণয় করো। 3+3+3+3
3. (i) তেজস্ক্রিয় মৌলের কার্যকলাপ বলতে কী বোঝায়?
- (ii) কোনো একটি নির্দিষ্ট ভরসংখ্যা A-এর জন্য সর্বাধিক সুস্থিত নিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা নির্ণয় করো।
- (iii) ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক তত্ত্বের সাহায্যে ফোটো ইলেকট্রিক প্রভাব ব্যাখ্যা করতে অসুবিধাগুলি কী কী? আইনস্টাইন কিভাবে এই প্রভাবের জন্য সমস্ত পর্যবেক্ষণ তথ্য ব্যাখ্যা করেছিলেন?
- (iv) 1.0 গ্রাম তেজস্ক্রিয় পদার্থ 0.9 গ্রাম হারাতে 91 দিন সময় নেয়। পদার্থের অর্ধ-জীবন ও গড় জীবন গণনা করো। 2+3+(2+3)+2
4. (i) যদি তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi(x) = Ae^{i(ax-wt)}$ হয়, তবে তড়িৎ ঘনত্বের সম্ভাব্যতা বের কর। (A = প্রবক)
- (ii) শূন্য বিন্দু শক্তি কী?
- (iii) E শক্তিসম্পন্ন একটি কণা V_0 সসীম উচ্চতার বিভব কুপে প্রবেশ করল। যদি $E > V_0$ হয়, তবে কণাটির শ্রডিংগার তরঙ্গ সমীকরণটি লেখো এবং বিভিন্ন অঞ্চলে তরঙ্গ অপেক্ষকের রূপগুলি লেখো। 3+2+7
5. (i) ইলেকট্রন অধিগ্রহণ পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা করো।
- (ii) আহিত তরল বিন্দু কেন্দ্রীয় চিত্রের ভিত্তিতে নিউক্লিয় বিভাজনের ব্যাখ্যা দাও।

- (iii) ইলেকট্রন ভোল্ট এককে সোডিয়াম ধাতুর তড়িৎ চুম্বকীয় অপেক্ষক নির্ণয় করো। থ্রেসহোল্ড তরঙ্গদৈর্ঘ্য = 6800\AA এবং $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J.sec}$.
- (iv) নিউক্লিয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিউট্রনকে কেন একটি ভালো বোমারু কণা হিসাবে ব্যবহার করা হয়?
2+5+3+2
6. (i) ওয়ার্ক ফাংশনের সংজ্ঞা লেখো। একটি তামার প্লেট 1849 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্য আলো দিয়ে বিকিরণ করা হয় 2.72 Volt . স্টপিং সম্ভাব্য বিভবের অধীনে। ওয়ার্ক ফাংশন এবং থ্রেসহোল্ড ফ্রিকোয়েন্সি গণনা করো।
- (ii) ইলেক্ট্রনের তরঙ্গ প্রকৃতি প্রদর্শনের জন্য ডেভিসন-জার্মার পরীক্ষার বর্ণনা দাও।
- (iii) সময়-শক্তির মধ্যে অনিশ্চয়তার সম্পর্ক বর্ণনা করো এবং অবস্থান-ভরবেগ অনিশ্চয়তা সম্পর্ক থেকে এটি নির্ণয় করো। (1+3)+5+(1+2)

বিভাগ-খ

নীচের যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×২=৪

- পারমাণবিক বলের বৈশিষ্ট্য লেখো।
- ${}^6C^{12}$ পরমাণুর প্রতি একক ভর সংখ্যার বন্ধন শক্তি নির্ণয় করো। দেওয়া আছে, $m_p = 1.00728 \text{ amu}$, $m_n = 1.00867 \text{ a.m.u}$, $m_e = 0.00055 \text{ a.m.u}$ এবং ${}^6C^{12}$ পরমাণুর ভর = 12 amu .
- একটি a দৈর্ঘ্যের একমাত্রিক বাক্সে আবদ্ধ কণার তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)$; $0 \leq x \leq a$ ।
কণাটির $0 < x < \frac{a}{2}$ অঞ্চলে খুঁজে পাওয়ার সম্ভাবনা নির্ণয় করো।
- প্রমাণ করো যে তরঙ্গ ফাংশন $\psi(x) = Ae^{iKx}$, ভরবেগ অপারেটরের আইগেন ফাংশন, যেখানে $K =$ প্রপাগেশন ধ্রুবক।

(Practical)

Lab Note Book - 02 Viva Voca - 03

Answer any *one* question from the following :

15×1=15

1. Determination of Planck's constant by photo electric effect.
 - (a) Working formula. 2
 - (b) Figure with circuit diagram. 3
 - (c) Data for stopping potential of hot photodiode for lights of five wavelengths. 5
 - (d) Drawing stopping potential versus wavelength graph. 3
 - (e) Calculation of Planck's constant from graph. 2
2. Determine the value of Boltzmann constant using V-I characteristics of P-N diode. [Value of n is to be supplied]
 - (a) Working formula. 2
 - (b) Circuit diagram. 2
 - (c) Implementation of the circuit. 2
 - (d) Data for $\ln I$ vs V curve 5
 - (e) Drawing $\ln I$ vs V curve. 2
 - (f) Calculation of Boltzmann constant K from the graph. 2
3. Determine the value of e/m by magnetic focusing [Thomson's method]
 - (a) Working formula. 2
 - (b) Calculation of magnetic field of the Helmholtz coil from magnetising current. [Radius and number of turns of the Helmholtz coil are to be supplied.] 2
 - (c) Data for D^2 vs V graph (for at least four accelerating voltages.) 7
 - (d) Drawing D^2 vs V graph. 2
 - (e) Calculation of e/m . 2

বঙ্গানুবাদ

ল্যাবরেটরি নোট বুক : ০২ মার্কস, এবং ভাইভা ভোস : ০৩ মার্কস

নীচের যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

১৫×১=১৫

১। ফটো বৈদ্যুতিক প্রভাব দ্বারা প্লাঙ্কের ধ্রুবক নির্ণয়।

- (ক) কাজের সূত্র। ২
- (খ) সার্কিট ডায়াগ্রাম সহ চিত্র। ৩
- (গ) পাঁচটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর জন্য গরম ফটো ডায়োডের স্টপিং বিভব এর জন্য ডেটা নাও। ৫
- (ঘ) স্টপিং পোটেনশিয়াল বনাম তরঙ্গদৈর্ঘ্য গ্রাফ অঙ্কন ৩
- (ঙ) গ্রাফ থেকে প্লাঙ্কের ধ্রুবকের গণনা। ২

২। P-N ডায়োডের V-I বৈশিষ্ট্য ব্যবহার করে বোল্টজম্যান ধ্রুবকের মান নির্ধারণ করো। [n এর মান সরবরাহ করতে হবে]

- (ক) কাজের সূত্র। ২
- (খ) বর্তনী চিত্র। ২
- (গ) সার্কিট বাস্তবায়ন। ২
- (ঘ) $\ln I$ বনাম V বক্ররেখার জন্য ডেটা। ৫
- (ঙ) $\ln I$ বনাম V বক্ররেখা আঁকা। ২
- (চ) গ্রাফ থেকে বোল্টজম্যান ধ্রুবক K এর গণনা। ২

৩। চৌম্বকীয় ফোকাসিং দ্বারা e/m এর মান নির্ধারণ করো। (থমসনের পদ্ধতি)

- (ক) কাজের সূত্র। ২
- (খ) ম্যাগনেটাইজিং কারেন্ট থেকে হেলমহোল্টজ কয়েলের চৌম্বক ক্ষেত্রের গণনা। (হেলমহোল্টজ কয়েলের ব্যাসার্ধ এবং বাঁকের সংখ্যা সরবরাহ করতে হবে।) ২
- (গ) D^2 বনাম V গ্রাফের জন্য ডেটা (কমপক্ষে চারটি ভোল্টেজের জন্য)। ৭
- (ঘ) D^2 বনাম V গ্রাফ অঙ্কন। ২
- (ঙ) e/m এর গণনা। ২

OR

[MATHEMATICAL PHYSICS]

(Theory)

Group-A

Answer any *three* questions from the following :

12×3=36

1. (a) Write on Parseval's identity.
(b) Find Fourier series expansion of the following function, $f(x) = \begin{cases} -x & \text{if } -\pi \leq x \leq 0 \\ x & \text{if } 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$
Hence, deduce $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots = \frac{\pi^2}{8}$.
(c) Using Cauchy-Riemann equations, show that the function $W = z|z|$ is not analytic anywhere in the entire z plane. 3+6+3

2. (a) Solve three dimensional Laplace equation in spherical polar coordinate.
(b) Solve $x^2y'' + xy' + (x^2 - 4)y = 0$ using power series method.
(c) Using Gamma function, show that $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$. 5+5+2

3. (a) Derive recurrence relation for Hermite polynomials,
$$2xH_n(x) = 2nH_{n-1}(x) + H_{n+1}(x)$$

(b) Using the generating function for Legendre's polynomial, show the orthogonality property as, $\int_{-1}^1 P_n(x)P_m(x)dx = \frac{2}{2n+1}\delta_{nm}$ where δ_{nm} is Kronecker delta and other symbols have their usual meanings.
(c) From the definition of Gamma function, prove that $\Gamma(1) = 1$. 5+5+2

4. (a) Prove the relation between Beta and Gamma functions, $\beta(l, m) = \frac{\Gamma(l)\Gamma(m)}{\Gamma(l+m)}$.
(b) Show that, $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-Ax^2+Bx} dx = \sqrt{\frac{\pi}{A}} e^{\frac{B^2}{4A}}$

(c) Prove the relation $P_n(1) = 1$. 5+4+3

5. (a) Solve two dimensional steady heat flow equations, $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$ in the region $0 \leq x \leq a$ and $0 \leq y \leq \infty$, applying following boundary conditions, $T(0, y) = 0 = T(a, y)$ and $T(x, 0) = \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right)$ and $T(x, \infty) = 0$.

(b) Construct the analytic function $f(z) = u + iv$, of which the real part is $u = e^x \cos y$.

(c) Find what type of singularity the function $f(z) = \frac{\sin z}{z}$, has at $z = 0$. 5+5+2

6. (a) Derive the complex representation of Fourier series.

(b) Expand in a Fourier series, the periodic function $f(x) = |x|$ for $-\pi \leq x \leq \pi$. Hence

show that $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots = \frac{\pi^2}{8}$.

(c) Find out the value of k , where $J_0(x) = kJ_1(x)$. 4+5+3

Group-B

7. Answer any **two** questions from the following : 2×2=4

(i) Prove that $\operatorname{erf}(-x) = -\operatorname{erf}(x)$.

(ii) Prove that $\overline{n+1} = n!$

(iii) Prove that $J_{\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\left(\frac{2}{\pi x}\right)} \sin x$

(iv) Find the type of singularity this differential equation, $\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{y}{x^3} = 0$, has at $x = 0$.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

নীচের যেকোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

১২×৩=৩৬

1. (a) পারসেভেল আডেনটিটি বিষয়ে লেখো।

(b) নিম্নলিখিত ফাংশানের ফুরিয়ার-সিরিজ এক্সপানশন নির্ণয় করো : $f(x) = \begin{cases} -x & \text{if } -\pi \leq x \leq 0 \\ x & \text{if } 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$

এবং দেখাও $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots = \frac{\pi^2}{8}$.

(c) কচি-রাইমেন সমীকরণ ব্যবহার করে দেখাও যে, $W = z|z|$ এই ফাংশনটি সমগ্র Z প্লেন এর কোন জায়গায় এনালাইটিক নয়। 3+6+3

2. (a) গোলীয় পোলার কোঅর্ডিনেট-এ তিন মাত্রিক ল্যাপলাস সমীকরণকে সমাধান করো।

(b) পাওয়ার সিরিজ পদ্ধতির সাহায্যে এটি সমাধান করো : $x^2y'' + xy' + (x^2 - 4)y = 0$

(c) গামা ফাংশন ব্যবহার করে দেখাও যে, $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$. 5+5+2

3. (a) হারমাইট পলিনোমিয়াল-এর জন্য এই রেকারেন্স সম্পর্ক নির্ণয় করো :

$$2xH_n(x) = 2nH_{n-1}(x) + H_{n+1}(x)$$

(b) লিজেন্ড্রির পলিনোমিয়াল-এর জেনারেটিং ফাংশন ব্যবহার করে, এর অর্থগোনালিটি ধর্মটি

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

যেখানে δ_{nm} হল কোনকার ডেল্টা এবং অন্যান্য চিহ্নগুলি তাদের সাধারণ অর্থ বহন করে।

(c) গামা ফাংশনের সংজ্ঞা থেকে প্রমাণ করো যে, $\Gamma(1) = 1$. 5+5+2

4. (a) প্রমাণ কর বিটা ও গামা ফাংশনের মধ্যে সম্পর্ক হলো $\beta(l, m) = \frac{\Gamma(l)\Gamma(m)}{\Gamma(l+m)}$.

(b) দেখাও যে, $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-Ax^2+Bx} dx = \sqrt{\frac{\pi}{A}} e^{\frac{B^2}{4A}}$

(c) সম্পর্কটি প্রমাণ করো $P_n(1)=1$. 5+4+3

5. (a) দ্বিমাত্রিক স্টেডি তাপ প্রবাহ সমীকরণ $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$ সমাধান করো, $0 \leq x \leq a$ এবং $0 \leq y \leq \infty$ এই অঞ্চলে এবং নিম্নলিখিত বাউন্ডারি শর্ত প্রয়োগ করে।

$$T(0,y)=0=T(a,y) \text{ এবং } T(x,0)=\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) \text{ এবং } T(x,\infty)=0.$$

- (b) $f(z)=u+iv$ এই অ্যানালাইটিক ফাংশনটি গঠন করো, যেখানে $u=e^x \cos y$ দেওয়া আছে।

(c) $f(z)=\frac{\sin z}{z}$ এই ফাংশনের কোন্ ধরনের সিংগুলারিটি রয়েছে $z=0$ তে। 5+5+2

6. (a) ফুরিয়ার সিরিজের কমপ্লেক্স রিপ্রেজেন্টেশন নির্ণয় করো।

(b) $f(x)=|x|$ এই পর্যাবৃত্ত ফাংশনটিকে ফুরিয়ার সিরিজে এক্সপান্ড করো, যেখানে $-\pi \leq x \leq \pi$ এবং প্রমাণ করো, $\frac{1}{1^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots = \frac{\pi^2}{8}$.

(c) k এর মান নির্ণয় করো যেখানে $J_0(x) = kJ_1(x)$.

4+5+3

বিভাগ-খ

নীচের যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×২=৪

7. (i) প্রমাণ করো, $\operatorname{erf}(-x) = -\operatorname{erf}(x)$.

(ii) প্রমাণ করো, $\overline{n+1} = n!$

(iii) প্রমাণ করো, $J_{\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\left(\frac{2}{\pi x}\right)} \sin x$

(iv) $\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{y}{x^3} = 0$ এই ডিফারেনশিয়াল সমীকরণের $x=0$ তে সিংগুলারিটির ধরন নির্ণয় করো।

(Practical)

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

20×1=20

1. Find the cube root of 41, using Newton-Raphson method. 20

2. (a) Write a computer program to find out real roots of equation

$$x^3 + 4x^2 - 2x + 5 = 0$$

(b) Solve the differential equation with a computer program $\frac{dy}{dx} = -x$.

For four initial conditions : $x(0) = 0, y(0) = -1, -2, -3, -4$ 15+5

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

$$\begin{bmatrix} 5 & 12 & -4 \\ 7 & -2 & 16 \\ 15 & 6 & -9 \end{bmatrix}$$

(b) Write a computer program to solve the differential equation of radioactive decay.

15+5

বঙ্গানুবাদ

নীচের যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও :

২০×১=২০

১। নিউটন-রাফসন পদ্ধতি ব্যবহার করে 41 এর ঘনমূল নির্ণয় করো।

২০

২। (ক) $x^3 + 4x^2 - 2x + 5 = 0$

সমীকরণটির বাস্তব বীজ নির্ণয়ে কম্পিউটার কার্যক্রমটি লেখো।

(খ) $\frac{dy}{dx} = -x$ অবকল সমীকরণটি সমাধানের কম্পিউটার কার্যক্রম লেখো।

প্রারম্ভিক শর্ত হলো : $x(0) = 0, y(0) = -1, -2, -3, -4$

১৫+৫

৩। (ক) ম্যাট্রিক্সটির ট্রান্সপোজ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কম্পিউটার কার্যক্রমটি লেখো।

$$\begin{bmatrix} 5 & 12 & -4 \\ 7 & -2 & 16 \\ 15 & 6 & -9 \end{bmatrix}$$

(খ) তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের অবকল সমীকরণটি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কম্পিউটার কার্যক্রমটি লেখো।

১৫+৫

OR
[QUANTUM MECHANICS]

Group-A

Answer any *three* questions from the following :

12×3=36

1. (a) State and prove Ehrenfest's theorem.
(b) Using Heisenberg uncertainty principle show that electrons cannot exist inside the nucleus.
(c) Using the energy-time uncertainty principle calculate the width of the spectral line when the atom de-excites to the ground state. 5+5+2
2. (a) Apply Schrodinger equation to find the n^{th} state energy eigenvalue and corresponding normalized wave function for a free particle in one dimensional infinite square well potential. The walls of the well are at $x = 0$ and $x = L$. Draw the ground state and next two excited states wave functions.
(b) Show that the uncertainty relation $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$ is satisfied for particle in infinite square well potential of length L (Use previously derived n^{th} state wave function).
(c) What are the values of L, S, J and multiplicity for the notation ${}^4P_{5/2}$? 6+4+2
3. (a) Find the precessional frequency of an electron orbit when placed in a magnetic field of 6T.
(b) Explain normal Zeeman effect.
(c) An atomic state is denoted by ${}^4D_{5/2}$. Give the values of L, S and J . What should be the minimum number of electrons involved for this state? Give a possible electronic configuration.
(d) What do you mean by jj -coupling? 3+4+3+2
4. (a) Write down the Hamiltonian operator in coordinate space representation and time independent Schrodinger equation for the 1-dimensional linear harmonic oscillator, consisting of particle of mass m and executing oscillation with an angular frequency ω_0 . (So, Potential energy $V(x) = \frac{1}{2} m \omega_0^2 x^2$).

(b) Define the creation (a^\dagger) and annihilation (a) operators for a harmonic oscillator in terms of position (\hat{x}) and momentum (\hat{p}) operators. From these show that
$$\hat{H} = \hbar\omega\left(a^\dagger a + \frac{1}{2}\right).$$

(c) What is Zero point energy? How does it reconcile with classical viewpoint?

4+4+(2+2)

5. (a) What is the physical significance of normalization of wave function? Find the normalization constant N and sketch the graph of the function

$$\Psi(x) = N(x-1)x, \quad 0 \leq x \leq l$$

(b) Suppose that the electron in the hydrogen atom is in the state
$$\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right),$$
 a_0 being the Bohr radius. Find the expression of a_0 for this state to be eigenstate of the Hamiltonian of hydrogen atom? Then calculate the average values of the kinetic energy and potential energy of the electron in the above state.

(c) Find the precessional frequency of an electron orbit when placed in magnetic field of 6 Wb/m². (1+3+1)+(2+3)+2

6. (a) Prove that $[x, p_x] = i\hbar$.

(b) Calculate $\left(\frac{d}{dx} + x\right)\left(\frac{d}{dx} + x\right)$

(c) The operator e^A is defined by $e^A = 1 + A + \frac{A^2}{2!} + \frac{A^3}{3!} + \dots$

show that $e^D = T_1$, where $D = \left(\frac{d}{dx}\right)$ and T_1 is defined by $T_1 f(x) = f(x+1)$.

(d) Find the eigen values and eigen functions of the operator $\frac{d}{dx}$.

(e) The Hamiltonian operator of a system is $H = -\left(\frac{d^2}{dx^2}\right) + x^2$. Show that $Nx \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$ is an eigen function of H and determine the eigen value. Also evaluate N by normalization of the function. 2+2+3+2+3

Group-B

Answer any *two* questions from the following :

2×2=4

7. (i) Find the constant B which makes $e^{\alpha x^2}$ an eigen function of the operator $\left(\frac{d^2}{dx^2} - Bx^2\right)$.
- (ii) Show that the commutator $[x, [x, H]] = -\frac{\hbar^2}{m}$, where H is the Hamiltonian operator.
- (iii) What is Bohr magneton?
- (iv) Explain Lamour precession and Lamour frequency.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

নীচের যেকোনো *তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও :

১২×৩=৩৬

1. (a) Ehrenfest-এর উপপাদ্য বর্ণনা করো এবং প্রমাণ করো।
- (b) হাইজেনবার্গ অনিশ্চয়তা নীতি ব্যবহার করে দেখাও যে নিউক্লিয়াসের ভেতরে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।
- (c) শক্তি-সময় অনিশ্চয়তা নীতি ব্যবহার করে বর্ণালী রেখার প্রস্থ গণনা করুন যখন পরমাণু ডি-এক্সাইটেড টু গাউন্ড স্টেট। 5+5+2
2. (a) শ্রোডিঞ্জার সমীকরণ প্রয়োগ করে, এক মাত্রিক অসীম বর্গ কুপে একটি মুক্ত কণার জন্য স্বাভাবিক তরঙ্গ ফাংশন ও n^{th} স্টেট এনার্জি আইগেন ভ্যালু নির্ণয় করো। সম্ভাব্য কুপের দেয়াল $x = 0$ এবং $x = L$ এ আছে। তরঙ্গ ফাংশন-এর গ্রাউন্ড অবস্থা এবং পরবর্তী দুটি উত্তেজিত অবস্থা অঙ্কন করো।
- (b) দেখাও যে L দৈর্ঘ্যের অসীম বর্গ কুপ বিভবে থাকা কণার জন্য অনিশ্চয়তা সম্পর্ক $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$ সন্তুষ্ট হয়। (পূর্বে প্রাপ্ত n^{th} স্টেট-এর তরঙ্গ ফাংশন ব্যবহার করো।
- (c) নোটেশন $4P_{5/2}$ এর জন্য L, S, J এবং মাল্টিপ্লিসিটি-এর মান কী? 6+4+2
3. (a) একটি ইলেকট্রনের কম্পথকে 6T চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে অগ্রসরতার কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।
- (b) স্বাভাবিক জিমন্যান ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

- (c) একটি পরমাণুর শক্তি স্তর হল ${}^4D_{5/2}$, L, S এবং J এর মান নির্ণয় করো। এই স্তরে নূন্যতম কতগুলি ইলেকট্রন যুক্ত আছে। ইলেকট্রনগুলির সম্ভাব্য রূপরেখা দাও।
- (d) jj-সংযোজন বলতে কী বোঝো? 3+4+3+2
4. (a) একক-ডাইমেনশনাল লিনিয়ার হারমোনিক অসিলেটরের জন্য হ্যামিলটোনিয়ান অপারেটর এবং স্বাধীন (time independent) শ্রোডিঞ্জার সমীকরণ লেখো, যেখানে m ভরের একট কণা কৌণিক কম্পাঙ্ক ω_0 নিয়ে সহ দোলন নির্বাহ করে। (সুতরাং, সম্ভাব্য শক্তি $V(x) = \frac{1}{2}m\omega_0^2x^2$).
- (b) একটি হারমোনিক অসিলেটরের ক্রিয়েশন (a^\dagger) এবং বিনাশ (a) অপারেটর সংজ্ঞায়িত কর, অবস্থান (\hat{x}) এবং ভরবেগ (\hat{p}) অপারেটর-এর দ্বারা। এইসব থেকে দেখাও যে, $\hat{H} = \hbar\omega\left(a^\dagger a + \frac{1}{2}\right)$.
- (c) জিরো পয়েন্ট শক্তি কি? এটা কিভাবে ক্লাসিক্যাল দৃষ্টিভঙ্গির সঙ্গে একমত হয় না? 4+4+(2+2)
5. (a) তরঙ্গ ফাংশন-এর নরমালাইজেশন তাৎপর্য কি?
 $\Psi(x) = N(x-1)x, 0 \leq x \leq l$
 ফাংশনের নরমালাইজেশনের ধ্রুবক N নির্ণয় করো ও গ্রাফ স্কেচ করো।
- (b) হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন
 $\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right)$ স্টেট এ আছে, যেখানে a_0 হল বোর ব্যাসার্ধ। a_0 এর রাশিমালা প্রাপ্তকর, যেখানে এই স্টেট হাইড্রোজেন পরমাণুর হ্যামিলটোনিয়ান-এর আইগেন স্টেট হতে হবে। তারপর উপরের স্টেট-এর ক্ষেত্রে গতিশক্তির গড় মান এবং স্থিতিশক্তির গড় মান গণনা করো।
- (c) 6 Wb/m^2 এর চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি ইলেকট্রন কক্ষপথের প্রিসেশনাল ফ্রিকোয়েন্সি প্রাপ্ত কর।
6. (a) প্রমাণ করো $[x, p_x] = i\hbar$.
- (b) $\left(\frac{d}{dx} + x\right)\left(\frac{d}{dx} + x\right)$ এর মান নির্ণয় করো।
- (c) যদি e^A চালককে এভাবে সংজ্ঞায়িত করা যায়, $e^A = 1 + A + \frac{A^2}{2!} + \frac{A^3}{3!} + \dots$
 তাহলে দেখাও যে, $e^D = T_1$, যেখানে $D = \left(\frac{d}{dx}\right)$ এবং $T_1 T_1 f(x) = f(x+1)$.

(d) $\frac{d}{dx}$ চালকের আইগন্ মান এবং আইগন্ অপেক্ষক নির্ণয় করো।

(e) যদি হ্যামিলটনিয়ন চালক $H = -\left(\frac{d^2}{dx^2}\right) + x^2$ হয়, তাহলে দেখাও যে H এর আইগন্ অপেক্ষক হল $Nx \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$ এবং আইগন্ মান নির্ণয় করো এবং নিয়মমাফিককরণের মাধ্যমে N -এর মান নির্ণয় করো।

2+2+3+2+3

বিভাগ-খ

নীচের যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×২=৪

7. (i) ধ্রুবক B খুঁজে বের করো যাতে $e^{\alpha x^2}$ একটি $\left(\frac{d^2}{dx^2} - Bx^2\right)$ অপারেটরের আইগেন ফাংশন হয়।
- (ii) দেখাও যে $[x, [x, H]] = -\frac{\hbar^2}{m}$, যেখানে H হলো হ্যামিলটনিয়ন চালক।
- (iii) বোর ম্যাগনেটন কী?
- (iv) লারমর প্রিসেশন এবং লারমর ফ্রিকোয়েন্সি ব্যাখ্যা করো।

(Practical)

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

20×1=20

1. Write a code to find the first three states of an electron bound inside a finite potential well. Take $e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}$, length $L = 8\text{\AA}$, and $m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}$.
2. Solve the Schrodinger wave equation for the ground state of the Hydrogen atom :

$$\frac{d^2u}{dr^2} = A(r)u(r), A(r) = \frac{2m}{\hbar^2} [V(r) - E]$$

where $V(r) = -\frac{e^2}{r}$. Here m is the reduced mass of the electron. Obtain the energy eigen value and plot the corresponding wave function.

Take $e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}$, $\hbar c = 1973 eV\text{\AA}$, and $m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}$.

3. Solve the radial part of the Schrodinger wave equation for an atom :

$$\frac{d^2u}{dr^2} = A(r) u(r), A(r) = \frac{2m}{\hbar^2} [V(r) - E], \text{ where the screened Coulomb potential}$$

$$V(r) = -\frac{e^2}{r} e^{-\frac{r}{a}}. \text{ Here } m \text{ is the reduced mass of the electron. Find the energy (in eV)}$$

of the ground state of the atom to an accuracy of three significant digits. Also plot the

corresponding wave function. Take $e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}, \hbar c = 1973 eV\text{\AA}, a = 0.3\text{\AA},$

$$\text{and } m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}.$$

বঙ্গানুবাদ

নীচের যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২০×১=২০

১। একটি সসীম সম্ভাব্য কুপের ভিতর আবদ্ধ একটি ইলেকট্রন এর প্রথম তিনটি স্টেট খুঁজে বের করার জন্য একটি কোড লেখো। Take $e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}, \text{ length } L = 8\text{\AA}, \text{ and } m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}.$

২। হাইড্রোজেন পরমাণুর গ্রাউন্ড অবস্থার জন্য শ্রোডিঙ্গার তরঙ্গ সমীকরণটি সমাধান করো :

$$\frac{d^2u}{dr^2} = A(r) u(r), A(r) = \frac{2m}{\hbar^2} [V(r) - E]$$

যেখানে $V(r) = -\frac{e^2}{r},$ আর এখানে m হল ইলেকট্রনের reduced ভর। শক্তি আইগেন মান প্রাপ্ত করো

এবং সংশ্লিষ্ট তরঙ্গ ফাংশন প্লট করো।

$$\text{Take } e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}, \hbar c = 1973 eV\text{\AA}, \text{ and } m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}.$$

৩। একটি পরমাণুর জন্য শ্রোডিঙ্গার তরঙ্গ সমীকরণের রেডিয়াল অংশটি সমাধান করো :

$$\frac{d^2u}{dr^2} = A(r) u(r), A(r) = \frac{2m}{\hbar^2} [V(r) - E], \text{ যেখানে কুলম্ব বিভব স্ক্রীন করা হয়েছে}$$

$V(r) = -\frac{e^2}{r} e^{-\frac{r}{a}}$ এখানে m হলো ইলেকট্রনের reduce ভর। তিনটি উল্লেখযোগ্য সংখ্যার নির্ভুলতার

পর্যন্ত পরমাণুর গ্রাউন্ড স্টেট এর শক্তি (eV-তে) খুঁজ। এছাড়াও সংশ্লিষ্ট তরঙ্গ ফাংশন প্লট করো।

Take $e = 3.795 (eV\text{\AA})^{\frac{1}{2}}$, $n = \hbar c = 1973 eV\text{\AA}$, $a = 0.3\text{\AA}$, and $m = 0.511 \times 10^6 \frac{eV}{c^2}$.

Vidyasagar University

OR
[MEDICAL PHYSICS]

(Theory)

Group-A

1. Answer any **three** questions from the following : 12×3=36
- (a) (i) Explain the activity of muscles and dynamics of body movement.
- (ii) Explain energy consumption of the body and how energy is balanced in human body. 6+6
- (b) (i) Explain the focusing and Imaging of human eye.
- (ii) Explain the procedure of speech production. 6+6
- (c) (i) What is radioisotope imaging?
- (ii) Describe the mechanism of electronic brachytherapy in detail. 3+9
- (d) (i) In Compton scattering establish the relation, Compton shift $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$, where θ is scattering angle, h is Planck constant, m_0 is mass of electron and c is velocities of light.
- (ii) What is endoscopy? What are the risk factors involved in endoscopy? 5+(3+4)
- (e) (i) Explain the procedure of information transfer through nervous system.
- (ii) Explain the working principle of GM counter. 6+6
- (f) (i) What is the difference between Gross Tumour Volume (GTV) and Clinical Target Volume (CTV)?
- (ii) Write short note on Single photon emission computed tomography (SPECT).

(iii) What is CPAP machine? What is it used for?

2+5+(3+2)

Group-B

2. Answer any *two* questions from the following :

2×2=4

- (a) The half-value thickness of lead for 90 keV X-ray photons is 12 mm. What is meant by half-value thickness? Calculate the linear attenuation coefficient, μ for these X-ray photons in lead.
- (b) Write down some basic steps of radiation protection.
- (c) What is the main difference between CT scan and MRI?
- (d) Write working principle of NMR.

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

১। নীচের যেকোনো *তিনটি* প্রশ্নের উত্তর দাও :

১২×৩=৩৬

- (a) (i) পেশির ক্রিয়া এবং শারীরিক গতির ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।
- (ii) শরীরে শক্তির ব্যয় এবং শক্তির ভারসাম্যতা কীভাবে রক্ষা হয় তা ব্যাখ্যা করো। 6+6
- (b) (i) মানুষের চোখ কিভাবে ফোকাসিত হয় এবং প্রতিবিশ্ব গঠন করে?
- (ii) বাচন তৈরির পদ্ধতি আলোচনা করো। 6+6
- (c) (i) রেডিওআইসোটোপ ইমেজিং কি?
- (ii) ইলেকট্রনিক ব্র্যাকিথেরাপির প্রক্রিয়া বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করো। 3+9
- (d) (i) কম্পটন স্ক্যাটারিং-এ সম্পর্ক স্থাপন করে, কম্পটন শিফট $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$, যেখানে θ হল বিক্ষিপ্ত কোণ, h হল প্লান্ক ধ্রুবক, m_0 হল ইলেকট্রনের ভর এবং c হল আলোর বেগ।
- (ii) এন্ডোস্কোপি কি? এন্ডোস্কোপির সাথে জড়িত ঝুঁকির কারণগুলি কী কী? 5+(3+4)
- (e) (i) স্নায়ুতন্ত্রের মাধ্যমে কিভাবে বার্তা প্রেরিত হয়, তা ব্যাখ্যা করো।

(ii) GM কাউন্টারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

6+6

(f) (i) গ্রস টিউমার ভলিউম (GTV) এবং ক্লিনিকাল টার্গেটের মধ্যে পার্থক্য কী ভলিউম (CTV)?

(ii) একক ফোটন নির্গমন কম্পিউটেড টমোগ্রাফি (SPECT) এর উপর সংক্ষিপ্ত নোট লিখন।

(iii) CPAP মেশিন কি? এটা কি কাজে লাগে?

2+5+(3+2)

বিভাগ-খ

২। নীচের যেকোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×২=৪

(a) 90 keV এক্স-রে ফোটনের জন্য সীসার অর্ধ-মানের পুরুত্ব হল 12 মিমি। অর্ধ-মান বেধ বলতে কী বোঝায়? সীসায় থাকা এই এক্স-রে ফোটনগুলির জন্য লিনিয়ার অ্যাটেনুয়েশন সহগ, μ গণনা করো।

(b) বিকিরণ থেকে সুরক্ষার সাধারণ ধাপগুলি কী কী?

(c) সিট স্ক্যান এবং এমআরআই-এর মধ্যে প্রধান পার্থক্য কি?

(d) NMR-এর কার্য নীতি লেখো।

(Practical)

Group-A

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

15×1=15

1. Describe a manual Hg blood pressure monitor apparatus mentioning its different parts. 15
2. Describe the working principle of manual optical eye testing machine. 15
3. Discuss the working principle of the Vascular Doppler apparatus. 15

Group-B

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

5×1=5

4. Discuss the procedure for the measurement of the blood pressure with the Hg blood pressure monitor apparatus. 5

5. Write down the method of testing of eye using manual optical eye testing machine. 5
6. Write down the theory of Doppler effect in brief. 5
7. Laboratory Note Book/Viva Voce. 5

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ-ক

নীচের যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও : $১৫ \times ১ = ১৫$

- ১। হস্তসাপিত রক্তচাপ মাপক যন্ত্রের বিভিন্ন অংশগুলি বর্ণনা করো। ১৫
- ২। অস্বয়ংক্রিয় চক্ষু পরীক্ষা করার যন্ত্রের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো। ১৫
- ৩। ভাসকুলার ডপলার যন্ত্রের কার্যনীতি আলোচনা করো। ১৫

বিভাগ-খ

নীচের যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও : $৫ \times ১ = ৫$

- ৪। হস্তসাপিত রক্তচাপ মাপক যন্ত্রের সাহায্যে রক্তচাপ নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা করো। ৫
- ৫। অস্বয়ংক্রিয় চক্ষু পরীক্ষা করার যন্ত্রের সাহায্যে মান নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা করো। ৫
- ৬। ডপলার ক্রিয়া কী সংক্ষেপে আলোচনা করো। ৫
- ৭। ল্যাবরেটরি নোট বুক/ভাইভা ভোস ৫
