

## বিভাগ - ক

নিচের যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $2 \times 5 = 10$

1. পদার্থের তরঙ্গ প্রকৃতি সংক্ষেপে আলোচনা করো এবং পদার্থ তরঙ্গের জন্য ডি ব্রোগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি অভিব্যক্তি নির্ণয় করো।
2. বোরের পরমাণু তত্ত্বের স্বীকার্যগুলি লেখো।
3. দেখাও যে,  $V$  electron volts শক্তি সম্পন্ন একটি ইলেকট্রনের সঙ্গে জড়িত ডি ব্রোগলি তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রায়  $(1.227 / \sqrt{V})$  nm.।

P.T.O.

4. তরঙ্গ অপেক্ষকের ভৌত ব্যাখ্যা লেখো।
5. বাধা উচ্চতা থেকে কম শক্তি সম্পন্ন একটি কণা কিভাবে তার মধ্য দিয়ে যেতে পারে? একটা উদাহরণ দাও।
6. কেন্দ্রকের ব্যাসার্ধের সঙ্গে ভরসংখ্যার সম্পর্ক কি? একটি  $^{238}\text{U}$  নিউক্লিয়াস-এর ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। দেওয়া আছে  $r_0 = 1.4 \text{ fm}$ ।
7. পাউলির নিউট্রিনো মতবাদ কি?
8. নিউক্লিও শৃঙ্খল বিক্রিয়া কি?

## বিভাগ - খ

নিচের যে কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $5 \times 4 = 20$

9. আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো। আলোক তড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যা করার জন্য আইনস্টাইনের সমীকরণগুলি লেখো।  $3+2$
10. হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সম্পর্কিত কাল্পনিক  $\gamma$ -রশ্মি অণুবীক্ষণ পরীক্ষাটি আলোচনা করো।  $5$
11. অনিশ্চয়তা নীতির ভিত্তিতে নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রনের অস্তিত্ব নেই তা প্রমাণ কর। একটি পরমাণুর উত্তেজিত অবস্থার জীবনকাল প্রায়  $10^{-8}$  সেকেন্ড। উত্তেজিত অবস্থার শক্তি নির্ধারণে সর্বনিম্ন অনিশ্চয়তা গণনা করো।  $3+2$
12. প্রমাণ করো যে তরঙ্গ অপেক্ষক  $\psi(x) = Ae^{ikx}$  হলো ভরবেগ অপারেটরের একটি আইগেন অপেক্ষক।  $K =$  বিস্তার ধ্রুবক। নিম্নলিখিত তরঙ্গ অপেক্ষকটি নরমালাইজ করে গাউসিয়ান তরঙ্গ প্যাকেটের জন্য 'A' ধ্রুবকের মান করো :

$$\text{দেওয়া আছে : } \psi(x) = Ae^{\frac{\alpha^2 x^2}{2}} e^{ikx}, \quad \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha^2 x^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

3+2

13. ভরক্রটি এবং সমাবেশ ভগ্নাংশ বলতে কি বোঝ? ভরসংখ্যার সঙ্গে সমাবেশ ভগ্নাংশের পরিবর্তন লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও। নিউক্লিয় বলের প্রকৃতি কি?  $3+2$
14. একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসের বাঁধন শক্তির জন্য আধা-অভিজ্ঞতামূলক ভর সূত্রটি লেখো। প্রতিটি পদ ব্যাখ্যা করো।

## বিভাগ - গ

নিচের যে কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $10 \times 1 = 10$

15. (i) একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড়-জীবন এবং অর্ধ-জীবন বলতে কী বোঝ? তাদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো।
- (ii) যখন বেরিলিয়াম ( ${}^9\text{Be}$ ) আলফা কণা দিয়ে আঘাত করা হয় তখন নিউট্রন পাওয়া যায়। প্রক্রিয়াটির সমীকরণ লেখো।
- (iii) বোরের স্বীকার্য ব্যবহার করে হাইড্রোজেনের মতো পরমাণুর  $n$ -তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ এবং ওই কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তির অভিব্যক্তি নির্ণয় করো।  $(2+2)+2+4$
16. (a) কেন্দ্রীয় বন্ধন শক্তি বলতে কি বোঝ? ভরসংখ্যার সঙ্গে নিউক্লিয় প্রতি বন্ধন শক্তির পরিবর্তন লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও এবং সংক্ষেপে আলোচনা করো।  $2+3$
- (b) সমীকরণসহ নিউক্লিয় বিভাজন এবং নিউক্লিয় সংযোজন সম্পর্কে আলোচনা করো।  $3+2$

3. Answer any **one** from the following :  $10 \times 1 = 10$

(i) (a) Evaluate the complex integral of  $f(z) = z^{-1}$  along the circle  $|z| = R$ , starting and finishing at  $z = R$ .

(b) Prove that if a function  $f(z)$  is analytic and its derivative  $f'(z)$  is continuous at all points inside and on a simple closed curve 'C', then  $\oint_C f(z) dz = 0$ .  $5+5=10$

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

(b) Solve the wave equation

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2}; \text{ under the condition}$$

$$u(x,t) = 0 \text{ when } x = 0 \text{ and } x = \pi;$$

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = 0 \text{ when } t = 0 \text{ and}$$

$$u(x,0) = x \text{ for } 0 < x < \pi. \quad 4+6=10$$

বঙ্গানুবাদ

1. যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $2 \times 5 = 10$

(i)  $\left(\frac{d^2 y}{dx^2}\right)^3 = \left(1 + \frac{dy}{dx}\right)^{\frac{1}{2}}$  এই অবকল সমীকরণটির ক্রম ও ঘাত নির্ণয় কর।

(ii) ফুরিয়ার শ্রেণী সংক্রান্ত ডিরিচলিটের শর্তাবলীগুলি লেখ।

(iii) ডি মূর্ভারস-এর উপপাদ্য ব্যবহার করে  $\cos 3\theta$  এবং  $\sin 3\theta$  কে  $\cos \theta$  এবং  $\sin \theta$ -এর শ্রেণীতে বিশ্লেষণ কর।

(iv) দেখাও যে  $\sqrt{n+1} = n\sqrt{n}$ .

(v)  $f(z) = \sin\left(\frac{1}{z}\right)$  এই অপেক্ষকটির সিঙ্গুলার বিন্দু বাহির কর।

(vi) দেখাও যে  $(1-2xt+t^2)^{\frac{1}{2}}$  হল জেনারেটিং অপেক্ষক; লিজেন্ডার শ্রেণীর  $P_n(x)$ .

(vii)  $\frac{d^2 y}{dx^2} + y = \cos 2x$  এই সমীকরণটির Particular Integral (P.I) বাহির কর।

(viii) দেখাও যে  $\text{erf}(-x) = -\text{erf}(x)$ .

2. যেকোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :  $5 \times 4 = 20$

(i)  $\phi$  প্রতিসাম্য বিশিষ্ট গোলীয় গ্রুব স্থানাঙ্ক  $(r, \theta, \phi)$  জ্যামিতিক ক্ষেত্রে লাপলাসের সমীকরণটি হল

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) = 0$$

যদি,  $u(r, \theta) = R(r) \Theta(\theta)$ , বিচ্ছেদ গ্রুবক  $l(l+1)$ , তাহলে  $R(r)$ -এর সমাধান কর। এছাড়া দেখাও যে,  $\mu = \cos \theta$  বসালে কৌণিক অংশটি লিজেন্ডার সমীকরণ হবে যখন  $\Theta(\theta) = P(\mu)$ .

( 10 )

(ii)  $f(x) = 4x^3 + 6x^2 + 7x + 2$  এই অপেক্ষকটিকে লিঙ্কেন্দার বহুঘাতের রৈখিক যোগফল আকারে প্রকাশ কর। 5

(iii)  $f(x) = x^2$ ;  $-\pi \leq x \leq \pi$  এই পর্যাবৃত্ত অপেক্ষকটির ফুরিয়ার শ্রেণীতে বিশ্লেষণ কর।

$f(x)$ -এর সাথে  $x$ -এর লেখচিত্র আঁক।

অতঃপর দেখাও যে,  $\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \dots = \frac{\pi^2}{12}$   
2+1+2=5

(iv) বিটা এবং গামা অপেক্ষকের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর

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

(v)  $(xy \sin xy + \cos xy)y dx + (xy \sin xy - \cos xy)x dy = 0$

এই অবকল সমীকরণটির সমাধান কর। 5

(vi) বেসেল অপেক্ষক  $J_n(x)$ -এর রাশিমালাটি লেখ এবং

দেখাও যে,  $J_{-n}(x) = (-1)^n J_n(x)$ . 1+4=5

3. যে কোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও : 10×1=10

(i) (a)  $f(z) = z^{-1}$  এই জটিল অপেক্ষকটির সমাকলন বাহির কর  $|z| = R$  এই বৃত্ত বরাবর।

(b) যদি  $f(z)$  অপেক্ষকটি বিশ্লেষণমূলক (Analytic) এবং এর অবকল  $f'(z)$  সমস্ত বিন্দুতে একটি

( 11 )

বদ্ধ পথ 'C'-এর মধ্যে তাহলে দেখাও যে

$$\oint_C f(z) dz = 0. \quad 5+5=10$$

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

(b) সমাধান কর : তরঙ্গের সমীকরণ

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2};$$

শর্তাবলী :  $u(x, t) = 0$  যখন  $x = 0$  এবং  $x = \pi$ ;

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = 0 \text{ যখন } t = 0 \text{ এবং}$$

$$u(x, 0) = x \text{ যখন } 0 < x < \pi. \quad 4+6=10$$

- (iii) How inhomogeneous magnetic field is given? 2
- (iv) Write  $n, l, ml, ms$  for L-shell. 2
- (v) Give the outcome of Zeeman Effect. 2

4. (a)  $\psi_n(x) = A \sin \frac{n\pi x}{a}, 0 < x < a$

Find normalized wave function. 3

- (b) Write time independent Schrödinger equation in case of square well potential. Find energy. Give energy level diagram. 5+2

### বঙ্গানুবাদ

যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও। 2×5=10

1. (a) তরঙ্গ অপেক্ষকের ভৌত ব্যাখ্যা দাও। 2
- (b) আইগেন অপেক্ষক ও আইগেন মান কি? 2
- (c) স্থান ভরবেগ অনিশ্চয়তা কি? 2
- (d) (i) পাউলির অপবর্জন নীতি লেখ। 1+1
- (ii) গাইরো ম্যাগনেটিক অনুপাত কি?
- (e)  $l = 0, s = \frac{1}{2}$ , Lande splitting factor  $g = ?$  2
- (f) (i) Normal Zeeman Effect-এ চৌম্বকক্ষেত্রের তীব্রতা বেশি না কম? 2
- (ii) Anomalous Zeeman Effect-এ চৌম্বক ক্ষেত্রের তীব্রতা বেশি না কম? 1+1

- (g) Simple Harmonic Oscillator-এর 'Zero Point Energy' কি? 2
- (h) মুক্ত কণার জন্য (free particle) Schrödinger সমীকরণ লেখ। 2

Answer any *four* from the following : 5×4=20

2. (a) (i) একমাত্রিক time dependent Schrödinger তরঙ্গ সমীকরণ লেখ। এর complex conjugate লেখ। 2½
- (ii)  $\psi = A e^{i(p_x x - Et)}$  এই সমীকরণ থেকে ভরবেগের  $x$  উপাংশ operator নির্ণয় কর। 2½
- (b) (i) প্রমাণ কর  $x, p_x$  commute করে না। এর মান নির্ণয় কর। 2
- (ii) গতিশক্তির operator লেখ। 4+1
- (c) (i) Stationary states কি? একমাত্রিক দেশে probability current density লেখ। 1+2
- (ii)  $\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial^2}{\partial x^2}$  operator comment করে কি? 2
- (d) (i) একমাত্রিক linear harmonic oscillator-এর চৌম্বক কম্পাঙ্ক  $5 \times 10^{14}/\text{sec}$ . Zero point energy নির্ণয় কর।
- $[\hbar = 1.05 \times 10^{-27} \text{ unit}]$
- (ii) Harmonic oscillator বিভব অঙ্কন কর। 3+2

(e) L-S Coupling কি? J-J Coupling কি?  $2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$

(f) (i) Bohr magneton-এর রাশিমালা লেখ। একক দাও।

(ii) f-electron-এর মোট কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

2+3

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $1 \times 10 = 10$

3. (a) (i) Stern-Gerlach পরীক্ষার ছবি আঁকো। 2

(ii) Silver পরমাণু নেওয়া হয় কেন? 2

(iii) Inhomogeneous চৌম্বক ক্ষেত্র কিভাবে দেওয়া হয়? 2

(iv) L-shell এর জন্য  $n, l, ml, ms$  লেখ। 3

(v) Zeeman Effect থেকে কি কি জানা যায়? 2

4. (a)  $\psi_n(x) = A \sin \frac{n\pi x}{a}, 0 < x < a$

Normalized wave function নির্ণয় কর। 3

(b) অসীম Square Well বিভব-এর জন্য সময় নিরালম্ব (time independent) Schrödinger তরঙ্গের সমীকরণ লেখ। শক্তি নির্ণয় কর। 5

শক্তির energy level diagram দাও। 2

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $2 \times 5 = 10$

1. (a) মানব শরীরের প্রথম শ্রেণির লিভারের দুটি উদাহরণ দাও।
- (b) 6 মোল অক্সিজেন দ্বারা 1 মোল গ্লুকোজের জারণের রাসায়নিক বিক্রিয়া লেখ, যা মূলত বিপাকের সময় ঘটে।
- (c) কেন মানব শরীর খাদ্য জ্বালানিকে ATP-তে রূপান্তরিত করে, কিন্তু প্রত্যক্ষভাবে কার্বোহাইড্রেট, ফ্যাট অ্যাসিড এবং প্রোটিনকে জারিত করে না? 2
- (d) শ্রবণের ক্ষেত্রে কম্পাংক সীমা এবং আলট্রাসাউন্ডের ক্ষেত্রে কম্পাংক সীমা লেখ। 2
- (e) জৈবিক অর্ধ-জীবন কি? 2
- (f) টেন্ডনের ভূমিকা কি? 2
- (g) Atomic Energy Regulatory Board (AERB) পারমাণবিক শক্তি নিয়ন্ত্রক পর্ষদ)-এর উদ্দেশ্য বিবৃত কর। 2
- (h) রেডিও আইসোটোপ ইমেজিং কি? 2

বিভাগ - খ

যেকোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $5 \times 4 = 20$

2. (a) একটি 80 keV গামারশ্মির ক্ষেত্রে একটি হাড়ের (ঘনত্ব  $1.8 \text{ g cm}^{-3}$ )-এর ভর ক্ষয়ীভবন (attenuated) গুণাংক

হল  $0.2 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ । একটি 5 সেমি বেধের একটি হাড়ের দ্বারা একটি ফোটন বিমের শতকরা ক্ষয়ীভবন নির্ণয় কর।

- (b) যদি Tc-99m যার ভৌত অর্ধায়ু 6 ঘণ্টা, একটি যৌগের রেডিও লেবেল করতে ব্যবহার হয়, যেটা 4 ঘণ্টার জৈবিক অর্ধায়ু যুক্ত একটি শরীর থেকে মুক্ত হয়, রেডিও ফার্মাসিউটিক্যালসের কার্যকরী অর্ধায়ু কত হবে?
- (c) ফটোইলেক্ট্রিক প্রভাবের সাথে কম্পটন প্রভাবের তুলনা কর।
- (d) গাইগার মুলার কাউন্টারের সাথে সিন্টিলেশন কাউন্টার তুলনা কর।
- (e) USG-এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর।
- (f) অভিক্ষেপ X-রশ্মি ও গামা সিন্টিগ্রাফিক ইমেজিং-এর প্রতিবিম্ব তৈরির নীতির মধ্যে তুলনা কর।

বিভাগ - গ

যেকোনো একটি প্রশ্নের উত্তর দাও।  $10 \times 1 = 10$

3. (a) ফুরোস্কোপি কি? পরীক্ষামূলক সেট আপ বর্ণনা কর। CCD ভিডিও ক্যামেরার সাথে ফটোকন্ডাক্টিভ ভিডিও ক্যামেরার তুলনা কর।  $3+5+2$
- (b) ডপলার পরীক্ষার কার্যনীতি আলোচনা কর। ডপলার আল্ট্রাসাউন্ড ডিভাইসের ক্রমাগত তরঙ্গ ব্যবস্থা কীভাবে কাজ করে? প্রধান বৈশিষ্ট্য কি? স্পন্দিত তরঙ্গ ডপলারের সাথে এটি তুলনা কর।  $3+3+2+2$