

2020

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-A-2

(Modern Physics)

Full Marks : 65

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

Day 2

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) টাংস্টেন-এর কার্য অপেক্ষকের মান 5.4 eV । পদার্থটিকে 175 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকে আলোকিত করলে উপরিতল থেকে সর্বাধিক 1.7 eV শক্তির আলোক ইলেকট্রন নির্গত হয়। এই তথ্যগুলি ব্যবহার করে প্ল্যাংকের ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো।
- (খ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার তত্ত্বটি বিবৃত করো।
- (গ) একটি মুক্ত কণার জন্য শ্রোয়েডিঙ্গারের সমীকরণটি লেখো।
- (ঘ) বিশেষ আপেক্ষিকতা তত্ত্বে সময়ের দীর্ঘসূত্রতা বলতে কী বোঝায়?
- (ঙ) উদ্দীপিত নিঃসরণ (Stimulated Emission) বলতে কী বোঝায়?
- (চ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের মৌলিক স্বীকার্যগুলি বিবৃত করো।
- (ছ) দেখাও যে, কণার গতিবেগ $v \ll c$ এই সীমামানে লরেঞ্জ রূপান্তরের সমীকরণ গ্যালিলিও রূপান্তরের সমীকরণে পরিণত হয়।

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

৫×৩

- (ক) যথাযোগ্য চিত্রের সাহায্যে রুবি লেজারের বর্ণনা দাও। ৫
- (খ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা তত্ত্বের সাহায্যে নিউক্লিয়াসের ভিতরে ইলেকট্রনের অনুপস্থিতি ব্যাখ্যা করো। ৫
- (গ) একটি মুক্ত ইলেকট্রন থেকে 180° কোণে 2MeV শক্তির গামা ফোটন বিচ্ছুরিত হল। ইলেকট্রনটি কত গতিশক্তি নিয়ে নির্গত হবে? ৫
- (ঘ) দেখাও যে একটি জড়ত্বীয় নির্দেশতন্ত্রে অবস্থিত স্থির পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে দৈর্ঘ্য বরাবর গতিশীল একটি দণ্ড দৈর্ঘ্যে সংকুচিত হবে। একটি ঘড়ি কত গতিবেগে গতিশীল হলে প্রতি ঘণ্টায় এক মিনিট সময় কম দেখাবে? ৩+২
- (ঙ) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের আইনস্টাইনের গতিবেগ সংযোজন সূত্র প্রতিষ্ঠা করো। পরীক্ষাগারের সাপেক্ষে দুটি বস্তুকণা পরস্পরের দিকে $0.7c$ গতিবেগে ধাবমান। তাদের আপেক্ষিক বেগ কত? ৩+২

Please Turn Over

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

৩। কম্পটন বিচ্ছুরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের ব্যঞ্জকটি প্রতিষ্ঠা করো। এক্ষেত্রে সর্বাধিক কত পরিমাণে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হতে পারে সেটি নির্ণয় করো। ৭+৩

৪। (ক) দশা বেগ ও গুচ্ছ বেগের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

(খ) 10^4 eV শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রনের দ্য ব্রয়লি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব করো।

(গ) $\frac{d}{dx}$ সংকারকের জন্য আইগেন মান সমীকরণের আইগেন মান K -এর জন্য আইগেন অপেক্ষকের রাশিটি কী হবে লেখো। ৫+৩+২

৫। (ক) বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের শক্তি ও ভরবেগের সম্বন্ধটি বিবৃত করো ও ব্যবহৃত প্রতীকগুলি ব্যাখ্যা করো। একটি ফোটন কণার কম্পাঙ্ক γ হলে ভরবেগের ব্যঞ্জক নির্ণয় করো।

(খ) আপেক্ষিকীয় বলবিদ্যায় গতিশক্তির ব্যঞ্জকটি লেখো ও প্রতীকগুলি বুঝিয়ে বলো। দেখাও যে $v \ll c$ সীমামানে এটির রূপ সনাতন বলবিদ্যার গতিশক্তির মান, $\frac{1}{2}mv^2$ -এ পরিণত হয়।

(গ) m_0 স্থির ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তুকণা m_1 ও m_2 ভরের দুটি কণায় বিভক্ত হয়ে যথাক্রমে v_1 ও v_2 বেগে নির্গত হয়। ভর-শক্তির সংরক্ষণের শর্তানুযায়ী দেখাও $m_0 > m_1 + m_2$ হবে। (২+১)+(৩+১)+৩

৬। (ক) একটি কোয়ান্টাম তন্ত্রের তরঙ্গ অপেক্ষকটি

$$\psi(x) = A \sin \frac{n\pi x}{l} \quad 0 \leq x \leq l$$

$$= 0 \quad \text{অন্যথায়}$$

(অ) স্বাভাবিক-করণ ধ্রুবক A -এর মান নির্ণয় করো।

(আ) তন্ত্রটির অবস্থান এবং রৈখিক ভরবেগের প্রত্যাশা মানগুলি ($\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$) নির্ণয় করো।

(খ) প্রমাণ করো

$$\frac{d}{dt} \langle x \rangle = \frac{\langle p \rangle}{m}$$

যেখানে প্রতীকগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

(২+২+২)+৪

৭। (ক) আইনস্টাইনের A ও B গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। এদের মধ্যে সম্পর্কটি নিরূপণ করো।

(খ) লেজার রশ্মি নির্গমণে অপটিক্যাল পাম্পিং ব্যাখ্যা করো।

(গ) স্বল্প-সুস্থিত (metastable state) স্তর কী? লেজারের ক্ষেত্রে এই স্তরের উপযোগিতা বিবৃত করো। (২+৩)+২+(১+২)

৮। (ক) তরঙ্গ গতিবিদ্যার মূল স্বীকার্যগুলি কী কী?

(খ) একটি কণা x অক্ষ বরাবর নিম্নলিখিত শর্ত অনুযায়ী সীমাবদ্ধ

$$\psi = \begin{cases} ax & \text{যখন } 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{অন্যথায়} \end{cases}$$

$x = 0.4$ এবং $x = 0.6$ মানের মধ্যে কণাটির সম্ভাবনা নির্ণয় করো।

এই তন্ত্রের x -এর প্রত্যাশা মান হিসাব করো।

৫+(২+৩)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer **any five** questions.

2×5

- The work function of a tungsten surface is 5.4 eV. When the surface is illuminated by light of wavelength 175 nm, the maximum energy of photo-electron is 1.7 eV find out the Plank's constant from the data.
- State the Heisenberg's Uncertainty principle.
- Write down the Schrodinger equation for free particle.
- In special theory of relativity what do you understand by time dilation?
- What do you mean by Stimulated Emission of Radiation?
- Write down the basic postulates of special theory of Relativity.
- Show that the Lorentz transformation equations are reduced to the Galilean transformation equations under approximation. $v \ll c$.

2. Answer **any three** questions.

5×3

- Discuss the operation of Ruby Laser with a suitable diagram. 5
- Using the Heisenberg Uncertainty principle justify the absence of electron inside the nucleus. 5
- A 2MeV gamma photon is scattered through an angle of 180° by a free electron. What is the recoil kinetic energy of electron? 5
- Show that the length of a rod which moves parallel to the length with respect to an inertial observer appears to be contracted. At what speed should a clock be moved so that it may appear to lose 1 minute in each hour? 3+2
- Establish the Einstein's velocity addition relation in special theory of relativity. Two particles are coming towards each other with a speed of $0.7c$, with respect to laboratory. What is their relative speed? 3+2

Answer *any four* questions.

3. Find the expression of change in wavelength in Compton Scattering. What is the maximum wavelength change in Compton Scattering? 7+3

4. (a) Deduce the relation between the phase velocity and group velocity for de-Broglie waves.
 (b) Calculate the de-Broglie wavelength of electrons of energy of 10^4 eV.

- (c) Find the eigenfunction of the operator $\frac{d}{dx}$, for the eigenvalue K . 5+3+2

5. (a) Write down the relativistic relation between the total energy and momentum of a particle explaining the symbols. Hence obtain the expression for momentum of a photon of frequency γ .

- (b) Derive the expression for the kinetic energy of a particle in relativistic mechanics. Show that for low velocity $v \ll c$, this takes the form $\frac{1}{2}mv^2$ for a classical non relativistic particle.

- (c) A body of rest mass m_0 breaks up into two parts of masses m_1 and m_2 with speeds v_1 and v_2 respectively. Show that $m_0 > m_1 + m_2$ using the principle of mass-energy conservation.

(2+1)+(3+1)+3

6. (a) A system is described by the following wave function

$$\psi(x) = A \sin \frac{n\pi x}{l} \quad 0 \leq x \leq l$$

$$= 0 \quad \text{otherwise}$$

- (i) Find the normalization constant A .

- (ii) Find the expectation values of position ($\langle x \rangle$) and Linear momentum ($\langle p \rangle$) of the system.

- (b) Prove that

$$\frac{d}{dt} \langle x \rangle = \frac{\langle p \rangle}{m}$$

where the symbols have their usual meanings.

(2+2+2)+4

7. (a) Define Einstein's A, B coefficients. Establish a relation between them.

- (b) Describe the optical pumping process in lasing action.

- (c) What is metastable state? Mention its utility in laser.

(2+3)+2+(1+2)

(5)

T(5th Sm.)-Physics-G/DSE-A-2/CBCS/Day-2

8. (a) What are the basic postulates of wave mechanics?
- (b) Find the probability that a particle can be found between $x = 0.4$ and $x = 0.6$ when the particle is bound to x axis with wave function

$$\psi = \begin{cases} ax & \text{for } 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Calculate the average value of x of the system.

5+(2+3)
