

**B. Sc. Semester V (General) Examination, 2020 (CBCS)**

**Subject: Physics**

**Paper: DSE-1A (Elements of Modern Physics)**

**Time: 2 hours**

**Full Marks: 40**

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

*পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।*

**Answer any eight of the following questions:**

**5×8 = 40**

**নিম্নলিখিত যে কোনো আটটি প্রশ্নের উত্তর দাও:**

1. What is Compton effect? Obtain an expression for the Compton shift. What is Compton wavelength?

কম্পটন ক্রিয়া কি? কম্পটন শিফটের রাশিমালার মান নির্ণয় করো। কম্পটন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কাকে বলে?

2. Derive an expression for the energy of the electron moving round a nucleus of charge Ze. Draw the energy level diagram and show the transitions for different spectral lines.

Ze আধানযুক্ত নিউক্লিয়াসের চারপাশে পরিক্রমণরত ইলেকট্রনের শক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো। শক্তিস্তর এর চিত্র অঙ্কন করো এবং বিভিন্ন বর্ণালী রেখার সংক্রমণ (transition) দেখাও।

3. (i) Show from Heisenberg's uncertainty principle that electron cannot reside in the atomic nucleus.

হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তাবাদ হইতে প্রমাণ করো ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসে থাকতে পারে না।

- (ii) An electron has a de Broglie wavelength equal to that of a photon. Show that the ratio of the kinetic energy of the electron to the energy of the photon is

$$[(m^2c^4 + h^2v^2)^{1/2} - mc^2]/hv$$

একটি ইলেকট্রনের দ্য ব্রয় (de Broglie) তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং ফোটনের দ্য ব্রয় (de Broglie) তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান। দেখাও যে ইলেকট্রন এবং ফোটনের গতিশক্তির অনুপাত

$$[(m^2c^4 + h^2v^2)^{1/2} - mc^2]/hv$$

4. Write down the physical significance of wave function. A wave function is described by  $\psi(r) = \frac{e^{ikr}}{r}$ . Calculate the probability current density of the wave function.

তরঙ্গ অপেক্ষকের ভৌত তাৎপর্য লেখ। একটি তরঙ্গ অপেক্ষকের সমীকরণ  $\psi(r) = \frac{e^{ikr}}{r}$ . উক্ত তরঙ্গ অপেক্ষকের জন্য সম্ভাবনা প্রবাহ ঘনত্ব নির্ণয় করো।

5. A particle of total energy  $E$  ( $E < V_0$ ) is incident on a potential barrier described by

$$\begin{aligned} V(x) &= 0 \text{ for } x < 0 \\ &= V_0 \text{ for } 0 < x < a \\ &= 0 \text{ for } x > a \end{aligned}$$

Obtain the expression for transmission coefficient. What is quantum mechanical tunnelling effect?

$E$  ( $E < V_0$ ) শক্তি সম্পন্ন কোন কণা বিভব প্রতিবন্ধক এর উপর আপতিত হল, যেখানে

$$\begin{aligned} V(x) &= 0 \text{ for } x < 0 \\ &= V_0 \text{ for } 0 < x < a \\ &= 0 \text{ for } x > a \end{aligned}$$

এক্ষেত্রে নিঃসরণ (transmission) গুণাঙ্কের মান নির্ণয় করো। কোয়ান্টাম বলবিদ্যার টানেল ক্রিয়া কি?

6. (i) Starting from the time-dependent Schrödinger equation find the time-independent Schrödinger equation satisfied by the wave function for stationary states.

সময় সাপেক্ষ শ্রডিংগার সমীকরণ হইতে সময় নিরপেক্ষ শ্রডিংগার সমীকরণটি নির্ণয় করো যাহা তরঙ্গ অপেক্ষক স্থিরাবস্থায় মেনে চলে।

- (ii) The Wave function of a particle is given by  $\psi(x) = Ae^{-ax^2}$ ,  $-\infty < x < \infty$  where  $A$  and  $a$  are constants. Calculate the probability of finding the particle in the region  $0 < x < \infty$ .

একটি কণার তরঙ্গ অপেক্ষকের সমীকরণ  $\psi(x) = Ae^{-ax^2}$ ,  $-\infty < x < \infty$  যেখানে  $A$  এবং  $a$  ধ্রুবক।  $0 < x < \infty$  ক্ষেত্রের মধ্যে কণাটিকে খুঁজে পাবার সম্ভাবনা নির্ণয় করো।

7. (i) Define 'mass defect' and 'binding energy' of a nucleus.

ভর ত্রুটি এবং নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তির সংজ্ঞা দাও।

- (ii) How does the binding energy per nucleon vary with mass number for light, medium and heavy nuclei?

হালকা, মাঝারি ও ভারি ভরের নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে প্রতি নিউক্লিয়ন বন্ধন শক্তি, ভর সংখ্যার সহিত কিভাবে পরিবর্তিত হয়?

8. (i) Write down the properties of nuclear force.

নিউক্লিয় বলের ধর্মাবলি লেখো।

- (ii) Draw N-Z curve. Why does the number of neutrons in a nucleus increase with the increase of mass number?

N-Z লেখ অঙ্কন করো। নিউক্লিয়াসের ভরসংখ্যা বাড়ার সাথে সাথে কেবলমাত্র নিউট্রনের সংখ্যা বাড়ে কেন?

9. Derive the mathematical expression for law of radioactive disintegration. Using the law of radioactive disintegration find an expression for mean life of a radioactive element.

তেজস্ক্রিয় বিঘটন সূত্রের গাণিতিক রূপটি নির্ণয় করো। এই সূত্র ব্যবহার করে কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় করো।

10. (i) Distinguish between nuclear fission and nuclear fusion.

নিউক্লিয় বিভাজন এবং নিউক্লিয় সংযোজন এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

(ii) What do you mean by thermonuclear reaction? Estimate the energy released in the fission of 1 g  $^{235}\text{U}$  nucleus.

তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলতে কি বোঝো? 1 g  $^{235}\text{U}$  নিউক্লিয়াসের বিভাজন প্রক্রিয়ায় নির্গত শক্তির মান নির্ণয় করো।

**OR**

**B. Sc. 5<sup>th</sup> Semester (General) Examination, 2020 (CBCS)**

**Subject: Physics**

**Paper: DSE-1A**

**(Nuclear and Particle Physics)**

**Time: 3 hours**

**Full Marks: 60**

**Group - A**

বিভাগ-ক

**Answer any six of the following questions:**

**5×6 = 30**

নিম্নলিখিত যে কোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও:

1. (i) Define 'mass defect' and 'binding energy' of a nucleus.

ভর ত্রুটি এবং নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তির সংজ্ঞা দাও।

(ii) How does the binding energy per nucleon vary with mass number for light, medium and heavy nuclei?

হালকা, মাঝারি ও ভারি ভরের নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে প্রতি নিউক্লিয়ন বন্ধন শক্তি, ভর সংখ্যার সহিত কিভাবে পরিবর্তিত হয়?

2. Write down the semi-empirical mass formula and explain the first four terms.

অর্ধ প্রায়োগিক (semi-empirical) ভর সূত্র লেখো ও প্রথম চারটি পদের ব্যাখ্যা করো

**Page 3 of 6**

3. (i) Derive an expression for  $\beta^-$  disintegration energy. Find out the condition of occurrence of  $\beta^-$  decay.

$\beta^-$  বিঘটন শক্তির মান নির্ণয় করো।  $\beta^-$  বিঘটন হওয়ার শর্ত কি?

(ii) Discuss the discrepancies of  $\beta^-$  ray spectrum.

$\beta^-$  রশ্মির বৈশিষ্ট্য লেখর অসঙ্গতি গুলি আলোচনা করো।

4. (i) Define Q-value of a nuclear reaction. When is a nuclear reaction exoergic or endoergic?

নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় Q- সংখ্যার সংজ্ঞা দাও। কখন একটি নিউক্লিয় বিক্রিয়া শক্তিদায়ী (exoergic) অথবা শক্তিগ্রাহী (endoergic) হয় ?

(ii) Derive an expression for the Q-value of the reaction  $X(x,y)Y$  in terms of masses of the incident and product particles. Assume that the target nucleus to be at rest in the laboratory.

নিউক্লিয় বিক্রিয়ার  $X(x,y)Y$ , Q- সংখ্যা নির্ণয় করো আঘাত কারী এবং বিক্রিয়াজাত কণার ভর এর সাপেক্ষে। ধরে নাও টার্গেট নিউক্লিয়াস ল্যাবরেটরি তে স্থির অবস্থায় আছে।

5. (i) What are the different interactions of  $\gamma$  ray with matter?

পদার্থের সঙ্গে  $\gamma$  রশ্মি কি কি ধরনের মিথস্ক্রিয়া (interaction) ঘটায়?

(ii) A pair production cannot take place in vacuum- Explain.

যুগ্ম উৎপাদন শূন্য মাধ্যমে ঘটে না - ব্যাখ্যা করো।

6. (i) Explain the principle of a Scintillation detector.

স্ফুরণ গণকের নীতি ব্যাখ্যা করো।

(ii) Can we measure the energy of the incoming particle in an Ionization chamber?

Justify your statement.

আমরা কি আয়নিত কক্ষে (Ionization chamber) আগত কণার শক্তি পরিমাপ করতে পারি?

উত্তরের যথার্থতা বিচার করো।

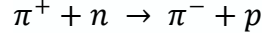
7. (i) Briefly explain the working principle of a Van de Graaff generator.

সংক্ষেপে ভ্যান ডি গ্রাফ জেনারেটর এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।

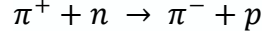
(ii) What are the essential components of a particle accelerator?

কণা ত্বরণ সৃষ্টি যন্ত্রের (particle accelerator) মূখ্য অংশগুলি কি কি?

8. (i) Compare the properties of leptons and baryons.  
লেপটন (lepton) এবং বেরিয়ন (baryon) এর ধর্মের তুলনা করো।
- (ii) Indicate whether the following reaction is possible?



নিম্নলিখিত বিক্রিয়াটি কি সম্ভব- বিচার করো।



- (iii) Write down the quark composition of pion ( $\pi^+$ ).  
পায়ন ( $\pi^+$ ) এর কোয়ার্ক (quark) গঠন লেখো।

### Group - B

বিভাগ-খ

Answer any *three* of the following questions:

10×3= 30

নিম্নলিখিত যে কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

9. (i) Write down the salient features of shell model of nucleus.

নিউক্লিয়াসের কক্ষ মডেলের (shell model) বৈশিষ্ট্যগুলো লেখো।

- (ii) Predict the ground state spin-parity of  $^{16}_8O$  and  $^{17}_8O$ .

$^{16}_8O$  এবং  $^{17}_8O$  নিউক্লিয়াসের প্রাথমিক স্তরের (ground state) ঘূর্ণন (spin) প্রতিসাম্য (parity) নির্ণয় করো।

- (iii) Write down the properties of nuclear force.

নিউক্লিয় বলের ধর্মাবলি লেখো।

10. (i) Establish the relation between range of  $\alpha$ -particle with velocity.

$\alpha$  কণার পাল্লা ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

- (ii) Discuss Gamow's theory of emission of  $\alpha$ -particles from radioactive substance.

তেজস্ক্রিয় পদার্থ হইতে  $\alpha$  কণার নির্গমন সংক্রান্ত গ্যামো (Gamow) তত্ত্বটি আলোচনা করো।

- (iii) Show that the disintegration energy of  $\alpha$ -particle is  $Q_\alpha = T_\alpha \frac{A}{A-4}$

where  $T_\alpha$  is the kinetic energy of  $\alpha$ -particle, A is the mass number of the parent nucleus.

দেখাও যে কোন তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে নির্গত আলফা কণার বিঘটন শক্তি  $Q_\alpha = T_\alpha \frac{A}{A-4}$

যেখানে  $T_\alpha$  নির্গত  $\alpha$  কণার গতিশক্তি ও A ভর সংখ্যা।

11. (i) Can we accelerate electron in cyclotron? Give reason.

আমরা কি সাইক্লোট্রন (cyclotron) যন্ত্রে ইলেকট্রনকে ত্বরান্বিত করতে পারি? যুক্তি দাও।

(ii) Draw the schematic diagram of cyclotron and explain the principle of operation.

একটি সাইক্লোট্রন যন্ত্রের কার্যকারিতা চিত্র সহযোগে ব্যাখ্যা করো।

(iii) Calculate the energy of emergent proton from a cyclotron, given magnetic field is  $0.72 \text{ Wb/m}^2$  and extreme radius is 1 m. [ Mass of proton =  $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ]

সাইক্লোট্রন হইতে নির্গত প্রোটনের শক্তি নির্ণয় করো। দেওয়া আছে চৌম্বক ক্ষেত্র =  $0.72 \text{ Wb/m}^2$

এবং চরম ব্যাসার্ধ = 1 m। [প্রোটনের ভর =  $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ]

12. (i) Derive Rutherford's formula for the scattering of  $\alpha$ -particles by a single nucleus.

নিউক্লিয়াস দ্বারা  $\alpha$  কণার বিক্ষেপণ সংক্রান্ত রাদারফোর্ডের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(ii) Discuss the absorption of  $\gamma$ - rays by matter.

পদার্থ দ্বারা  $\gamma$  রশ্মির শোষণ আলোচনা করো।

(iii) Distinguish between internal conversion and photoelectric effect.

অভ্যন্তরীণ রূপান্তর এবং আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করো।

13. (i) Describe in detail the construction and working of a GM counter.

GM কাউন্টার এর গঠন এবং কার্যপ্রণালী বিস্তারিতভাবে আলোচনা করো।

(ii) What are the advantages of a semiconductor detector over that of an ionisation chamber?

আয়নিত কক্ষের (ionisation chamber) তুলনায় অর্ধপরিবাহী নির্দেশক (semiconductor detector) এর সুবিধা গুলি লেখো।

(iii) What is Cerenkov radiation?

সেরেনকভ (Cerenkov) বিকিরণ কি?