

B.Sc. 5th Semester (General) Examination, 2022 (CBCS)**Subject : Physics****Course: DSE-1A****(Elements of Modern Physics)****Time: 2 Hours****Full Marks: 40***The figures in the right hand margin indicate full marks.**Candidates are required to give their answers in their own words
as far as practicable.**Answer all questions.*

দক্ষিণ পাঞ্চাশ সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।
পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

- 1. Answer any five of the following questions:** 2×5=10

নিম্নলিখিত যে কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Find the momentum carried by the photon of wavelength 600nm.
600nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যসম্পন্ন ফোটনের ভরবেগ নির্ণয় করো।
- (b) An electron of hydrogen atom jumps from $n=2$ energy level to ground state. What will be the wavelength of emitted photon? Energy of hydrogen atom at ground state $E_1=-13.6\text{ eV}$
একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর $n=2$ শক্তিস্তর থেকে ভৌমস্তরে ইলেক্ট্রনের সংক্রমণের ফলে নিঃসৃত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? ভৌমস্তরে হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তি $E_1=-13.6\text{ eV}$ ।
- (c) Hydrogen has one electron but we observe many lines. — Explain.
হাইড্রোজেনে একটি ইলেক্ট্রন থাকা সত্ত্বেও একাধিক রেখা দেখা যায়। — ব্যাখ্যা করো।
- (d) Calculate the de-Broglie wavelength of electrons accelerated by 500 volt. e/m for electron $= 1.7 \times 10^{11} \text{ coulomb kg}^{-1}$.
500 ভোল্ট দ্বারা স্বাধীন ইলেক্ট্রন গুচ্ছের সাথে সংশ্লিষ্ট তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ইলেক্ট্রনের $e/m = 1.7 \times 10^{11} \text{ coulomb kg}^{-1}$.
- (e) A particle limited to the x axis has the wavefunction
 $\psi(x) = cx^2$ between $x = 0$ and $x = 2$
 $= 0$ elsewhere.

Find the probability of finding the particle between $x = 0.50$ and $x = 0.60$.

কোনো কণার তরঙ্গ অপেক্ষক

$\psi(x) = cx^2$ যখন $x = 0$ এবং $x = 2$ -এর মধ্যে অবস্থিত
 $= 0$ অন্যথা

$x = 0.50$ ও $x = 0.60$ -এর মধ্যে কণাটির থাকার সম্ভাবনা নির্ণয় করো।

- (f) The half life of radon is 3.8 days. After how many days will only $\frac{1}{10}$ th of a radon sample be left behind?
 রেডনের অর্ধায় 3.8 দিন। কতদিন পর রেডনের $\frac{1}{10}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে?
- (g) At what rate should ^{235}U nuclei disintegrate in order to generate 1 watt power? 200 MeV energy is produced due to disintegration of one ^{235}U nucleus.
 কী হাবে ^{235}U কেন্দ্রক বিভাজিত হলে 1 watt শক্তি উৎপন্ন হবে? একটি ^{235}U বিভাজনে 200 MeV শক্তি উৎপন্ন হয়।
- (h) What are the essential components of a nuclear reactor?
 নিউক্লিয়ার রিয়াক্টর-এর মুখ্য অংশগুলি কী কী?

5×2=10

2. Answer any two questions:

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) What is Compton effect? Do you observe compton effect with visible light. Show that the change in the wavelength of the photon in compton effect is given by

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\phi)$$

Where m_0 = rest mass of the electron and ϕ is the scattering angle.

1+1+3=5

কম্পটন ক্রিয়া কী? দৃশ্যমান আলোর ফ্রেন্ডে কি কম্পটন ক্রিয়া দেখা যায়? দেখাও যে কম্পটন ক্রিয়ায় ফোটনের

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\phi)$$

যেখানে m_0 = ইলেক্ট্রনের স্থির ভর এবং ϕ = বিক্ষেপণ কোণ

- (b) A particle of total energy $E(E > V_0)$ is incident on a step potential described by

$$V(x) = 0 \text{ for } x < 0$$

$$= V_0 \text{ for } x > 0$$

obtain the expression for reflection coefficient (R) and transmission coefficient (T). Prove that $R + T = 1$.

2+2+1=5

$E(E > V_0)$ শক্তিসম্পন্ন কোনো কণা ধাপ বিভবের ওপর আপত্তি হল; যেখানে

$$V(x) = 0 \text{ for } x < 0$$

$$= V_0 \text{ for } x > 0$$

এক্ষেত্রে প্রতিফলন গুণাঙ্ক (R) এবং নিঃসরণ গুণাঙ্ক (T)-এর মান নির্ণয় করো। প্রমাণ করো $R + T = 1$.

- (c) (i) Define 'mass defect' and 'packing fraction'.

'ভরক্রটি' এবং 'সমাবেশ ভগ্নাংশ'-এর সংজ্ঞা দাও।

- (ii) Prove that binding fraction curve and packing fraction curve is complementary to each other.

(1+1)+3=5

প্রমাণ করো, বহুন ভগ্নাংশ লেখ এবং সমাবেশ ভগ্নাংশ লেখ একে অপরের পরিপূরক।

- (d) (i) Find the relation between half life and decay constant from law of radioactive disintegration. Prove that the product of mean life and decay constant for any radioactive substance is 1.

তেজস্ত্রিয় বিদ্যুটনের সূত্র থেকে অর্ধায়ু ও ক্ষয়প্রক্রিয়াকের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। প্রমাণ করো, গড় আয়ু ও ক্ষয়প্রক্রিয়াকের গুণফল যেকোনো তেজস্ত্রিয় পদার্থের ক্ষেত্রে 1।

- (ii) Half life of a radioactive element is T . What fraction of the element be left behind after time $t = \frac{T}{2}$?

2+2+1=5

একটি তেজস্ত্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু T , $t = \frac{T}{2}$ সময় পরে ওই পদার্থের কত ভগ্নাংশ অবশিষ্ট পড়ে থাকবে?

3. Answer any two questions:

10×2=20

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) (i) Show from Heisenberg's uncertainty principle that electron cannot reside in the nucleus.
হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তাবাদ নীতি থেকে প্রমাণ করো ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসে থাকতে পারে না।

- (ii) The wavefunction of a particle is given by

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

Normalize the wavefunction to find A . Find the probability of finding the particle in the region $0 < x < \frac{L}{2}$.

একটি কণার তরঙ্গ অপেক্ষক হল $\psi(x) = A \sin \frac{\pi x}{L}$, $0 \leq x \leq L$.

তরঙ্গ অপেক্ষকটি পরিমিতকরণ করে A -এর মান নির্ণয় করো। $0 \leq x \leq \frac{L}{2}$ অঞ্চলে কণাটি থাকার সম্ভাবনা নির্ণয় করো।

- (iii) Find the ratio of Compton wavelength to de-Broglie wavelength for a relativistic electron.

3+(2+2)+3=10

একটি আপেক্ষিক (relativistic) ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও দ্য ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত কী হবে?

- (b) (i) Starting from the time-dependent Schrödinger equation, find the time independent Schrödinger equation.

সময় সাপেক্ষ শ্রেডিংগার সমীকরণ থেকে সময় নিরপেক্ষ শ্রেডিংগার সমীকরণটি নির্ণয় করো।

- (ii) The wavefunction of a particle is given by

$$\psi(x) = A \sin^2 \frac{\pi x}{a}, \quad 0 < x < a$$

Find the probability current density of the wavefunction.

একটি কণার তরঙ্গ অপেক্ষকের সমীকরণ

$$\psi(x) = A \sin^2 \frac{\pi x}{a}, \quad 0 < x < a$$

উক্ত তরঙ্গ অপেক্ষকের জন্য সম্ভাবনা প্রবাহ ঘনত্ব নির্ণয় করো।

(iii) What are the limitations of Rutherford's atomic model? 3+4+3=10

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সংক্ষিপ্ত কী কী?

(c) (i) The ground state wavefunction of the linear harmonic oscillator is

$$\psi(x) = \left(\frac{a}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha x^2/2}, \quad \alpha = \frac{m\omega}{\hbar}$$

বৈদিক হারমোনিক স্পন্দনের ভূমিকারের তরঙ্গ অপেক্ষক $\psi(x) = \left(\frac{a}{\pi}\right)^{1/4} e^{-\alpha x^2/2}, \quad \alpha = \frac{m\omega}{\hbar}$ হলে

ভূমিকার শক্তি নির্ণয় করো।

(ii) Write down the properties of nuclear force.

নিউক্লীয় বলের ধর্মাবলী লেখো।

(iii) Draw $N-Z$ curve. Why does the number of neutrons in a nucleus increase with the increase of mass number? 3+3+(2+2)=10

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

(d) (i) Draw the energy spectrum of β -decay and hence explain the discrepancies of β -ray spectrum.

β রশ্মির বৈশিষ্ট্য লেখ আঁকো। β রশ্মির বৈশিষ্ট্য লেখের অসংগতিগুলি আলোচনা করো।

(ii) Explain how Pauli neutrino hypothesis solved the β -ray spectrum discrepancies.

পাউলি কীভাবে নিউট্রিনো প্রকল্পের সাহায্যে এই অসংগতিগুলি দূর করেন?

(iii) What is nuclear chain reaction? Distinguish between controlled and uncontrolled chain reaction. (2+2)+2+(2+2)=10

নিউক্লীয় শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে? নিয়ন্ত্রিত এবং অনিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য লেখো।

B.Sc. 5th Semester (General) Examination, 2022 (CBCS)**Subject : Physics****Course: DSE-1A****(Nuclear and Particle Physics)****Time: 3 Hours****Full Marks: 60***The figures in the right hand margin indicate full marks.**Candidates are required to give their answers in their own words
as far as practicable.*

দক্ষিণ প্রান্তস্থ সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।
পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

- 1.** Answer any ten of the following questions:

নিম্নলিখিত যে কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

$2 \times 10 = 20$

- (a) The radius of a nucleus is $R = 1.4A^{\frac{1}{3}}$ fm, where A is the mass number. Determine the density of a nucleus when mass of a nucleus is 1.7×10^{-27} kg.

একটি নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $R = 1.4A^{\frac{1}{3}}$ fm, যেখানে A ভরসংখ্যা। একটি নিউক্লিয়াসের ভর 1.7×10^{-27} kg হলে নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব নির্ণয় করো।

- (b) A nucleus has zero quadrupole moment. What conclusion can you draw about the shape of the nucleus?

কোনো নিউক্লিয়াসের চতুর্ভাবক (quadrupole moment) শূন্য। নিউক্লিয়াসের আকার সম্বন্ধে তুমি কী ধারণা করতে পারো?

- (c) Define 'mass defect' and 'packing fraction'.

'ভরত্তি' এবং 'সমাবেশ ভগ্নাংশ'-এর সংজ্ঞা দাও।

- (d) On what two important factors does the stability of a nucleus depend?

নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব (stability) কোন দুটি কারণের (factors) ওপর নির্ভর করে?

- (e) A pair production cannot take place in vacuume-Explain.

যুগ্ম উৎপাদন শূন্য মাধ্যমে ঘটে না—ব্যাখ্যা করো।

- (f) The half life of a radioactive substance is 10 days. After how many days will only $\frac{1}{32}$ th of the substance be left behind?

একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 10 দিন হলে কতদিন পর তার $\frac{1}{32}$ অংশ অবশিষ্ট পড়ে থাকবে?

- (g) What is meant by 'long range α -particles'?

দীর্ঘ পাল্লা (range) যুক্ত α -কণা বলতে কী বোরো?

- (h) The kinetic energy of a α -particle emitted from $^{212}_{84}\text{Po}$ is 8.776 MeV. Mass of the α -particle is 6.67×10^{-27} kg. Find the velocity of the α -particle.

$^{212}_{84}\text{Po}$ থেকে নির্গত α -কণার গতিশক্তি 8.776 MeV। α -কণার ভর 6.67×10^{-27} kg-হলে α -কণার বেগ নির্ণয় করো।

- (i) Show that photoelectric effect cannot occur with a free electron.

দেখাও যে মুক্ত ইলেকট্রন দ্বারা আলোকতড়িৎ ক্রিয়া সংগঠিত হয় না।

- (j) What is Cerenkov radiation?

সেরেনকভ (Cerenkov) বিকিরণ কী?

- (k) Distinguish between an ionization chamber and a proportional counter.

আয়নিত কক্ষ (ionization chamber) এবং আনুপাতিক (proportional) কাউন্টার এর মধ্যে পার্থক্য করো।

- (l) What is Synchrotron?

সিন্ক্রোট্রন কী?

- (m) Write down the quark composition of neutron (n) and Σ^+ (sigma).

নিউট্রন (n) এবং সিগমা (Σ^+)-এর কোয়ার্ক গঠন লেখো।

- (n) Indicate whether the following reaction is possible?



নিম্নলিখিত বিক্রিয়াটি সম্ভব কিনা বল?



2. Answer *any four* questions:

5×4=20

যে কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

- (a) Write down the semi-empirical mass formula and explain the first three terms. 2+3=5
অর্ধপ্রায়োগিক (semi-empirical) ভরসূত্র লেখো ও প্রথম তিনটি পদের ব্যাখ্যা করো।

- (b) (i) State Geiger-Nuttal law.

গাইগার-নাটাল সূত্রটি বিবৃত করো।

- (ii) Derive an expression for β^+ disintegration energy. Find out the condition of occurrence of β^+ decay. 2+(2+1)=5

β^+ বিঘটন শক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো। β^+ বিঘটন হওয়ার শর্ত কী?

- (c) (i) What is pick up and stripping nuclear reaction? Give an example of each.

সংগ্রহ (pick up) ও বিচ্ছিন্ন (stripping) নিউক্লীয় বিক্রিয়া কাকে বলে? প্রত্যেকটির একটি করে উদাহরণ দাও।

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

2+(1+2)=5

নিউক্লীয় বিক্রিয়ার Q -এর সংজ্ঞা দাও। কখন একটি নিউক্লীয় বিক্রিয়া শক্তিদায়ী (exoergic) অথবা শক্তিপ্রাপ্তী (endoergic) হয়?

- (d) Draw the schematic diagram of cyclotron and explain the principle of operation.
একটি সাইক্লোট্রন যন্ত্রের কার্যকারিতা চিত্র সহযোগে ব্যাখ্যা করো। 1+4=5
- (e) Describe the construction and operation of a photomultiplier tube.
ফটো মাল্টিপ্লায়ার টিউব-এর গঠন এবং কার্যপ্রণালী বর্ণনা করো। 2+3=5
- (f) What are quarks? Mention different types of quarks. How do the quarks combine to form baryons and mesans?
কোয়ার্ক কী? বিভিন্ন প্রকার কোয়ার্কের নাম উল্লেখ করো। বেরিয়ন এবং মেসন গঠনে কোয়ার্ক কীভাবে যুক্ত হয়? 1+2+2=5

3. Answer any two questions:

যে কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও : 10×2=20

- (a) (i) Show from Heisenberg's uncertainty principle that electron cannot reside in the nucleus.
হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তাবাদ নীতি থেকে প্রমাণ করো ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসে থাকতে পারে না।
- (ii) Write down the properties of nuclear force.
নিউক্লীয় বলের ধর্মাবলী লেখো।
- (iii) Predict the ground state spin parity of $^{12}_6\text{C}$ and $^{33}_{16}\text{S}$.
 $^{12}_6\text{C}$ এবং $^{33}_{16}\text{S}$ নিউক্লিয়াসের প্রাথমিক স্তরের (ground state) ঘূর্ণন (spin) ও প্রতিসাম্য (parity) নির্ণয় করো। 3+3+(2+2)=10
- (b) (i) What is quantum mechanical tunneling?
কোয়ান্টাম বলবিদ্যার টানেল ক্রিয়া কী?
- (ii) Discuss Gamow's theory of α -decay.
 α -বিঘটনের ক্ষেত্রে গ্যামোর (Gamow's) তত্ত্বটি আলোচনা করো।
- (iii) What do you mean by internal conversion?
অভ্যন্তরীণ রূপান্তর বলতে কী বোঝো? 2+6+2=10
- (c) (i) Draw the schematic diagram of a linear acceleration and explain the principle of operation.
একটি রৈখিক (linear) ত্বরণ সৃষ্টিকারী যন্ত্রের কার্যপ্রণালী চিত্র সহযোগে ব্যাখ্যা করো।
- (ii) Can we accelerate electron in a Cyclotron? Give reason.
আমরা কি সাইক্লোট্রন যন্ত্রে ইলেক্ট্রনকে ত্বরান্বিত করতে পারি? —যুক্তি দাও।
- (iii) Calculate the energy of emergent proton from a Cyclotron, given magnetic field is 0.8 tesla and radius of dee is 90 cm. [Mass of proton = 1.67×10^{-27} kg.] (4+2)+2+2=10
সাইক্লোট্রন থেকে নির্গত ফোটনের শক্তি নির্ণয় করো। দেওয়া আছে চৌম্বকক্ষেত্র = 0.8 টেসলা এবং dee-এর ব্যাসার্ধ 90 cm. [প্রোটনের ভর = 1.67×10^{-27} kg.]

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

GM কাউন্টার-এর গঠন ও কার্যপ্রণালী বিস্তারিতভাবে আলোচনা করো।

(ii) A GM counter cannot detect neutron. Why?

একটি GM কাউন্টার নিউট্রনকে শনাক্ত করতে পারে না। কেন?

(iii) What do you mean by 'Self quenching' in GM counter?

GM কাউন্টারে নিজস্ব কোয়েনচিং বলতে কী বোবায়?

6+2+2=10