

B.Sc. 5th Semester (General) Examination, 2021 (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. Write down Einstein's photo-electric equation and explain it. Discuss how this equation explains the phenomena that cannot be explained by classical theory.

আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ ক্রিয়া সংক্রান্ত সমীকরণটি লেখো ও ব্যাখ্যা করো। কিভাবে এই সমীকরণ আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার ঘটনাবলী ব্যাখ্যা করে যেখানে সনাতন বলবিদ্যা - এর ব্যাখ্যা করতে পারে না - আলোচনা করো।

2. (i) Elucidate de Broglie postulate of matter wave.

দ্য ব্রয়ের প্রকল্পটি ব্যাখ্যা করো।

- (ii) What should be the kinetic energy of an electron so that its de Broglie wavelength is equal to

Compton wavelength $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$, m_0 being rest mass of electron.

একটি ইলেকট্রনের গতিশক্তি কত হলে দ্য ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য ($\lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$) এর সমান হবে ?
(m_0 = ইলেকট্রনের স্থিরভর)।

3. Draw a neat sketch diagram of Davison-Germer experiment on matter wave. Explain how the experiment confirms the existence of matter wave for electron.

ডেভিসন-জার্মার পরীক্ষায় কণার তরঙ্গ ধর্ম প্রকাশের সচিত্র আঁকো। কিভাবে ইলেকট্রনের তরঙ্গ তত্ত্বের প্রমাণ এই পরীক্ষার সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় ?

4. (i) State and explain Heisenberg uncertainty principle.

হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তাবাদ নীতিটি বিবৃত করো ও ব্যাখ্যা করো।

- (ii) Estimate the minimum energy of a confined particle using uncertainty principle.

অনিশ্চয়তা বাদের সাহায্যে সীমাবদ্ধ কণার ন্যূনতম শক্তির মান নির্ণয় করো।

5. What do you mean by normalization of wave function ? The wave function of a particle moving

along x-axis is given by $\psi(x) = A \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right), -a \leq x \leq a$

$$= 0, \quad x < -a \text{ and } x > a$$

Normalize the wave function to find A.

তরঙ্গ অপেক্ষকের পরিমিতকরণ বলতে কী বোঝে ? x-অক্ষ বরাবর গতিশীল একটি কণার তরঙ্গ অপেক্ষকের

সমীকরণ হল $\psi(x) = A \left(1 + \cos \frac{\pi x}{a}\right), -a \leq x \leq a$

$$= 0, \quad x < -a \text{ and } x > a$$

তরঙ্গ অপেক্ষকটি পরিমিতকরণ করে A এর মান নির্ণয় করো।

6. (i) Write down the time independent Schrödinger equation for a particle confined in one dimensional potential box

$$V(x) = \infty \text{ for } x = 0 \text{ and } x = a$$

$$= 0 \text{ for } 0 < x < a$$

$$\text{কোনো কণা } V(x) = \infty \text{ for } x = 0 \text{ and } x = a$$

$$= 0 \text{ for } 0 < x < a$$

বিভবের মধ্যে আবদ্ধ আছে। উক্ত কণার ক্ষেত্রে সময় নিরপেক্ষ একমাত্রিক শ্রডিংগার সমীকরণ লেখ।

(ii) Find the eigenvalue and eigen function of the above equation. Show that the energy of the particle is quantized.

উক্ত সমীকরণের ক্ষেত্রে আইগেন মান ও আইগেন অপেক্ষক নির্ণয় করো। দেখাও যে কণাটির শক্তি কোয়ান্টায়িত।

7. (i) Draw the binding energy curve per nucleon against mass number and explain the stability of lighter and heavier nuclei.

প্রতি নিউক্লিয়ন বন্ধনশক্তি ও ভরসংখ্যার লেখচিত্র অঙ্কন করো। এর থেকে হালকা ভরের ও ভারী ভরের নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করো।

(ii) What is mass defect? How is it related with binding energy of a nucleus?

ভর ত্রুটি কী ? বন্ধন শক্তির সঙ্গে এর সম্পর্ক কী ?

8. (i) Write down the semi-empirical mass formula and explain the first three terms.

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

(ii) Find the radius of ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ nucleus given the radius of ${}^{27}_{13}\text{Al}$ nucleus is 3.6 fm .

${}^{64}_{29}\text{Cu}$ – এর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। দেওয়া আছে ${}^{27}_{13}\text{Al}$ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 3.6 fm ।

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

where T_α is the kinetic energy of α -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_α নির্গত α কণার গতিশক্তি ও A ভর সংখ্যা।

(ii) Derive an expression for β^- disintegration energy.

β^- বিঘটন শক্তির মান নির্ণয় করো।

10. (i) What is a nuclear reactor ? What are the essential components of a nuclear reactor ?

নিউক্লিয়ার রিয়াক্টর কী ? নিউক্লিয়ার রিয়াক্টর এর মুখ্য অংশগুলি কী কী ?

(ii) 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 অর্ধায়ু 10 দিন হলে কতদিন পর তার $\frac{1}{32}$ অংশ অবশিষ্ট পড়ে থাকবে ?

B.Sc. 5th Semester (General) Examination, 2021 (CBCS)

Subject: Physics

Paper: DSE-1A

(Nuclear and Particle Physics)

Time: 3 hours

Full Marks: 60

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

পরীক্ষার্থীদের যথাসম্ভব নিজের ভাষায় উত্তর দিতে হবে।

Group- A

বিভাগ - ক

Answer any six of the following questions:

5×6 = 30

নিম্নলিখিত যে কোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও:

1. (i) Draw the binding energy curve per nucleon against mass number and explain the stability of lighter and heavier nuclei.

প্রতি নিউক্লিয়ন বন্ধনশক্তি ও ভরসংখ্যার লেখচিত্র অঙ্কন করো। এর থেকে হালকা ভরের ও ভারী ভরের নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করো।

- (ii) What is mass defect ? How is it related with binding energy of a nucleus ?

ভর ত্রুটি কী ? বন্ধন শক্তির সঙ্গে এর সম্পর্ক কী ?

2. (i) 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 ?

- (ii) Find the radius of $^{64}_{29}\text{Cu}$, given the radius of $^{27}_{13}\text{Al}$ is 3.6 fm .

$^{64}_{29}\text{Cu}$ – এর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। দেওয়া আছে $^{27}_{13}\text{Al}$ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ 3.6 fm ।

3. (i) Give two similarity between liquid drop and the nucleus of an atom.

তরল বিন্দু ও পরমাণুর নিউক্লিয়াসের মধ্যে দুটি সাদৃশ্য উল্লেখ করো।

- (ii) Explain the stability of magic nuclei on the basis of shell model.

ম্যাজিক নিউক্লিয়াসের সুস্থিরতা কক্ষ মডেলের (shell model)-এর সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

4. (i) What do you mean by the activity of a radioactive element? Find an expression for the activity of a radioactive element in later time 't' in terms of activity at initial time.

কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের সক্রিয়তা বলতে কী বোঝ ? তেজস্ক্রিয় মৌলের সক্রিয়তা 't' সময় পরে প্রাথমিক সক্রিয়তার সাহায্যে প্রকাশ করো।

(ii) The half life of a radioactive element is 60 days. Find the decay constant and average life of the element.

একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 60 দিন। মৌলের বিঘটন ধ্রুবক ও গড় আয়ু নির্ণয় করো।

5. (i) What do you mean by nuclear reaction cross-section? Find an expression for nuclear reaction cross-section in terms of number of incident particles (N_i), the exposed area (A), the number of particles undergoing nuclear reaction (N) and the number of nucleus per unit volume (n).

নিউক্লিয় বিক্রিয়ার প্রস্থচ্ছেদ বলতে কী বোঝ ? নিউক্লিয় বিক্রিয়ার প্রস্থচ্ছেদ, আগত কণার সংখ্যা (N_i), উন্মুক্ত ক্ষেত্রফল (A), নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় অংশ নেওয়া কণার সংখ্যা (N), প্রতি একক আয়তনে নিউক্লিয়াসের সংখ্যা (n)-এর সাহায্যে প্রকাশ করো।

(ii) What is the unit of nuclear reaction cross-section?

নিউক্লিয় বিক্রিয়ার প্রস্থচ্ছেদের একক কী ?

6. (i) What are the different interactions of γ ray with matter?

পদার্থের সঙ্গে γ রশ্মি কি কি ধরনের মিথস্ক্রিয়া (interaction) ঘটায় ?

(ii) Write down Einstein's equation for photoelectric effect and mention the importance of the cut off frequency.

আলোক তড়িৎক্রিয়া সংক্রান্ত আইনস্টাইনের সমীকরণ লেখো ও সূচনা কম্পাঙ্কের গুরুত্ব উল্লেখ করো।

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

স্ফুরণ গণকের নীতি ব্যাখ্যা করো।

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

যুগ্ম উৎপাদন শূন্য মাধ্যমে ঘটে না - ব্যাখ্যা করো।

8. (i) What are the four fundamental interactions? What are hadrons and leptons?

কী কী চার ধরনের প্রাথমিক মিথস্ক্রিয়া আছে ? হ্যাড্রন (Hadron) ও লেপটন (Lepton) কী ?

(ii) Write down the quark composition of proton and kaon (K^+).

প্রোটন এবং কায়ন (K^+) 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) Why is it difficult to explain the α -decay from a radioactive nucleus by classical theory?

তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে নির্গত হওয়া α -কণার ব্যাখ্যা সনাতন কণাবিদ্যা দিয়ে করা যায় না কেন ?

(ii) Draw the energy spectrum of β -decay and hence explains the discrepancies of β -ray spectrum.

β -বিঘটন এর বৈশিষ্ট্য লেখ অঙ্কন করো এবং β -রশ্মির বৈশিষ্ট্য লেখের অসঙ্গতিগুলি আলোচনা করো।

(iii) Derive an expression for β^- disintegration energy.

β^- বিঘটন শক্তির মান নির্ণয় করো।

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

পাউলি কীভাবে নিউট্রিনো প্রকল্পের সাহায্যে β -রশ্মির বৈশিষ্ট্য লেখের অসঙ্গতিগুলি দূর করেন ?

10. (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 $^{27}_{13}\text{Al}$ and $^{17}_8\text{O}$.

$^{27}_{13}\text{Al}$ এবং $^{17}_8\text{O}$ নিউক্লিয়াসের প্রাথমিক স্তরের (ground state) ঘূর্ণন (spin) এবং প্রতিসাম্য (parity) নির্ণয় করো।

(iii) A nucleus of has positive quadrupole moment. What conclusion can you draw about the shape of the nucleus?

কোন নিউক্লিয়াসের চতুর্ভ্রামক (quadrupole moment) ধনাত্মক রাশি। নিউক্লিয়াসের আকার সম্বন্ধে তুমি কী ধারণা করতে পারো ?

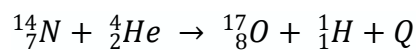
11 (i) Derive Rutherford's formula for the scattering of α -particles by a single nucleus.

নিউক্লিয়াস দ্বারা α -কণার বিক্ষেপণ সংক্রান্ত রাদারফোর্ডের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

(ii) Establish the relation between range of α -particle with velocity.

α -কণার পাল্লা ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

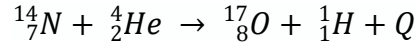
(iii) Determine the Q – value in the following nuclear reaction



Given: $M(^4_2\text{He}) = 4.00388 \text{ a.m.u.}$; $M(^{14}_7\text{N}) = 14.00755 \text{ a.m.u.}$; $M(^{17}_8\text{O}) = 17.00453 \text{ a.m.u.}$ and

$M(^1_1\text{H}) = 1.00815 \text{ a.m.u.}$

নিম্নলিখিত নিউক্লিয় বিক্রিয়া থেকে Q- সংখ্যা নির্ণয় করো।



দেওয়া আছে : $M({}^4_2He) = 4.00388$ a.m.u; $M({}^{14}_7N) = 14.00755$ a.m.u; $M({}^{17}_8O) = 17.00453$ a.m.u
and $M({}^1_1H) = 1.00815$ a.m.u

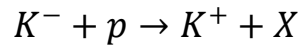
12. (i) What are the essential components of a particle accelerator?

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

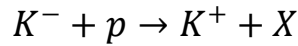
(ii) Draw the schematic diagram of Tandem accelerator and explain the working principle.

ট্যান্ডেম ত্বরণ সৃষ্টি যন্ত্রের (Tandem accelerator) এর কার্যনীতি চিত্র সহযোগে ব্যাখ্যা করো।

(iii) In the following reaction name the unknown particle 'X'.



নিম্নের বিক্রিয়ায় অজানা কণা 'X' নির্ণয় করো।



13. (i) Write down the specific characteristics of the Geiger Muller region.

গাইগার মুলার (Geiger Muller) অঞ্চলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য আলোচনা করো।

(ii) What is the quenching of a G.M counter? Why is it necessary? What do you mean by 'self quenching' in G.M counter ?

G.M কাউন্টারের কোয়েনচিং (Quenching) বলতে কী বোঝায় ? এর প্রয়োজনীয়তা কী ? G.M কাউন্টারের নিজস্ব (self) কোয়েনচিং বলতে কী বোঝায় ?

(iii) What do you mean by 'dead time' of G.M counter ?

G.M কাউন্টারের নিষ্ক্রিয় সময় (dead time) বলতে কী বোঝায় ?