2025

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-B-2

(Nuclear and Particle Physics)

Full Marks : 65

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

বিভাগ - ক

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের সংক্ষিপ্ত উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) নিউক্লিয় ম্যাজিক সংখ্যা কী? এদেরকে 'ম্যাজিক' সংখ্যা বলা হয় কেন?

(খ) ভর পার্থক্যের সংজ্ঞা দাও।

(গ) নিউক্লিয় বিক্রিয়ার অবচ্ছেদ বলতে কী বোঝো?

(ঘ) তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের মাধ্যমে পরিচালিত কণা ত্বরণযন্ত্রের নাম উল্লেখ করো।

(ঙ) একটি G.M. গণকের 'নিষ্প্রাণ সময়' বলতে কী বোঝো?

(চ) নিউক্লিয় কণাগুলির সমঘূর্ণন সংখ্যার মান কত?

(ছ) Ω^- ব্যরিয়নের স্ট্রেঞ্জনেসের মান কত?

বিভাগ - খ

যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২। (ক) ভর সংখ্যার সঙ্গে কণা প্রতি নিউক্লিয় বন্ধনশক্তির লেখটি এঁকে দেখাও।

(খ) খুব কম ও খুব বেশি ভরসংখ্যার নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে বন্ধনশক্তি কম হওয়ার কারণ যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ২+৩

৩। (ক) সাইক্লোট্রন অনুনাদের শর্তগুলি লেখো।

(খ) সাইক্লোট্রন অনুনাদের কম্পাঙ্কের রাশিমালা নির্ধারণ করো। ২+৩

৪। একটি অর্ধ-পরিবাহী গণকযন্ত্রের গঠন ও কার্যপ্রণালী চিত্রসহ বর্ণনা করো। এই গণকযন্ত্রের সীমাবদ্ধতা কী? ৪+১

৫। (ক) তাপোৎপাদক ও তাপশোষক নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলতে কী বোঝো?

(খ) একটি নিউক্লিয়াস থেকে প্রথমে একটি α-কণা ও পরে দুটি β-কণা নির্গত হয়। দেখাও যে পরিণত নিউক্লিয়াসটি প্রাথমিক নিউক্লিয়াসের একটি আইসোটোপ। ৩+২

Please Turn Over

৬। নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলি অনুমোদিত নয় কেন— তা যুক্তি সহকারে লেখো।

(ক) $p + p \rightarrow \pi^+ + n + \nu_e$

(খ) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

(গ) $\pi^0 \rightarrow e^+ + e^-$. ২+২+১

বিভাগ - গ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

৭। (ক) $_2He^4$ নিউক্লিয়াসের নিউক্লিয়ন-প্রতি বন্ধনশক্তি নির্ণয় করো।

($_2He^4$-এর ভর = 4.0026u, p-এর ভডর = 1.0078u, n-এর ভর = 1.0087u)

(খ) নিউক্লিয় বলের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

(গ) দেখাও যে 1u (অথবা 1 amu) ভরের সমপরিমাণ শক্তির মান প্রায় 931 MeV।

(ঘ) নিউক্লিয়াসকে সুষম গোলক ধরে, নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ (R) ও ভর সংখ্যার (A) মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। ২+৩+৩+২

৮। (ক) উদাহরণ সহযোগে বোরের যৌগিক নিউক্লিয় বিক্রিয়া প্রকল্পের বর্ণনা করো।

(খ) N-Z লেখটি এঁকে দেখাও। যেখানে N হল নিউট্রন সংখ্যা ও Z হল প্রোটন সংখ্যা। লেখটির বৈশিষ্ট্য সংক্ষেপে আলোচনা করো।

(গ) $^{238}U_{92}$ নিউক্লিয়াসের α–বিঘটনের ফলে উৎপন্ন দুহিতা নিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৯। (ক) β–বিঘটন ঘটায় এমন একটি নিউক্লিয়াসের নাম লেখো।

(খ) β–বিঘটন প্রক্রিয়ায় শক্তি সংরক্ষণ ও কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণের সমস্যাগুলি বিশদে বর্ণনা করো।

(গ) এই সমস্যাগুলি কীভাবে সমাধান করা হয়েছিল? ১+৫+৪

১০। (ক) একটি সাইক্লোট্রনের সর্বোচ্চ ব্যাসার্ধ 0.4 m এবং এটিতে 1.2 T চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করা হয়েছে —

(অ) এটির প্রযুক্ত বিভবের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

(আ) এটি প্রোটনকে ত্বরান্বিত করলে সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত?

(খ) কোনো পদার্থের মধ্য দিয়ে γ–রশ্মি প্রবাহিত হলে কী কী ঘটনা ঘটে তার সংক্ষিপ্ত আলোচনা করো। (৩+৩)+৪

১১। (ক) ফসফর কী?

(খ) একটি G.M. গণকের নিষ্প্রাণ সময় 300 μs, প্রতি মিনিটে 1000 গণনাকালীন অবস্থায় গণকের প্রকৃত গণনার হার কত?

(গ) α–কণার সীমা (range) বলতে কী বোঝো? তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয় বিঘটনের গাইগার-নাটাল সূত্রটি লেখো। ২+৩+(২+৩)

১২। (ক) গেলম্যান-নিশিজিমা সূত্রটি লেখো। একটি কণার আধান $Q = 1$, ব্যরিয়ন নং $B = 0$ এবং স্ট্রেঞ্জনেস $S = 1$ হলে, এর আইসোস্পিন Z-উপাংশ I_3 নির্ণয় করো এবং কণাটি শনাক্ত করো।

(খ) কণার অতি-আধান (Hyper-charge) বলতে কী বোঝো?

(গ) (অ) প্রোটন (আ) π^+ (ই) λ° (ঈ) Ξ° কণার কোয়ার্কের গঠনবিন্যাস বর্ণনা করো। (১+৩)+২+৪

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Group - A

1. Answer ***any five*** questions in brief : 2×5

(a) What are the nuclear magic numbers? Why are these numbers called 'magic' numbers?

(b) Define mass difference.

(c) Define nuclear reaction cross-section.

(d) Name the accelerator that works on the principle of electro-magnetic induction.

(e) What do you mean by "dead time" of a G.M. Counter?

(f) What is the value of iso-spin number of nucleons?

(g) What is the value of strangeness number of Ω^- baryon?

Group - B

Answer ***any three*** questions.

2. (a) Draw the binding energy per nucleon vs. the mass number curve.

(b) Explain why the binding energy decreases for lower and higher mass number of nuclei. 2+3

3. (a) Write the conditions for cyclotron resonance.

(b) Hence derive the expression for cyclotron frequency. 2+3

4. Describe the construction and working of a semi-conductor detector with proper schematic diagram. What is its limitations? 4+1

5. (a) What do you mean by exothermic and endothermic nuclear reaction?

(b) A nucleus emits an α-particle followed by two β-particles. Show that the final nucleus is an isotope of the original nucleus. 3+2

6. Explain why the following processes are not allowed.

(a) $p + p \rightarrow \pi^+ + n + \nu_e$

(b) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

(c) $\pi^0 \rightarrow e^+ + e^-$. 2+2+1

Group - C

Answer ***any four*** questions.

7. (a) Calculate the binding energy per nucleon for $_2He^4$.

(Mass of $_2He^4$ = 4.0026u, mass of p = 1.0078u, mass of n = 1.0087u)

(b) Write down the characteristics of nuclear forces.

(c) Show that energy equivalent of 1u (or 1 amu) is approximately 931 MeV.

(d) Considering nucleus as uniform sphere, establish the relation between nuclear radius (R) and its mass no. (A). 2+3+3+2

8. (a) Explain Bohr's compound nuclear hypothesis with example.

(b) Sketch the N – Z plot, where N is the neutron number and Z is the proton number. Briefly explain the nature of the plot.

(c) Determine the atomic no. and mass no. of the daughter nucleus formed in α decay of $^{238}U_{92}$. 4+3+3

9. (a) Give an example of a nucleus that shows β-decay.

(b) Explain clearly what is the energy conservation and angular momentum conservation problems in the β-decay phenomena.

(c) How was it solved? 1+5+4

10. (a) A cyclotron has maximum radius 0.4 m and it operates in a magnetic field of 1.2 T.

Find : (i) the frequency of applied voltage.

(ii) maximum kinetic energy if it is used to accelerate protons.

(b) Describe qualitatively all the process occurs when γ-rays passes through the matter. (3+3)+4

11. (a) What is phosphor?

(b) A G.M. counter has a 'dead time' of 300 μs. What is the true counting rate when observed rate is 1000 per minute?

(c) What do you mean by range of α-particle? Write down the Geiger-Nuttal law for radioactive decay of nuclei. 2+3+(2+3)

12. (a) Write down Gellmann-Nishijima formula. A particle has a charge Q = 1, Baryon no. B = 0 and strangeness S = 1. Find the Z-component of Isospin (I_3) and identify the particle.

(b) What do you mean by hyper-charge of a particle?

(c) Write the quark composition of the particle

(i) proton (ii) π^+ (iii) λ° (iv) Ξ° (1+3)+2+4