

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 ত্বরনযন্ত্রের 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

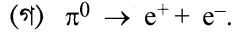
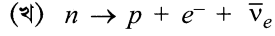
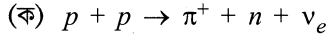
যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

- 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

(2366)

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



২+২+১

বিভাগ - গ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

৭। (ক) ${}^4_2\text{He}$ নিউক্লিয়াসের নিউক্লিয়ন-প্রতি বন্ধনশক্তি নির্ণয় করো।

(${}^4_2\text{He}$ -এর ভর = 4.0026u, p -এর ভর = 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 সুষ্ম 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 ঐকে দেখাও। যেখানে N হল নিউট্রন সংখ্যা ও Z হল প্রোটন সংখ্যা। লেখটির বৈশিষ্ট্য সংক্ষেপে আলোচনা করো।

(গ) ${}^{238}_{92}\text{U}$ নিউক্লিয়াসের α -বিঘটনের ফলে উৎপন্ন দুইটা 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 প্রযুক্তি 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 স্ট্রেনেস $S = 1$ 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^0 (ঈ) Ξ^0 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 are 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

Please Turn Over

(2366)

Group - C

Answer *any four* questions.

7. (a) Calculate the binding energy per nucleon for ${}^4_2\text{He}$.
(Mass of ${}^4_2\text{He}$ = 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 ${}^{238}_{92}\text{U}$. 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-Nuttall 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^0 (iv) Ξ^0 (1+3)+2+4