

2024

## PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-B-1 and DSE-B-2

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

DSE-B-1

(Digital Electronics)

Full Marks : 50

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন এবং বাকি প্রশ্নগুলি থেকে যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) 2AF হেক্সাডেসিম্যাল সংখ্যাটি ডেসিম্যালে রূপান্তর করো।  
 (খ) 245 ডেসিম্যাল সংখ্যাটি অক্টালে রূপান্তর করো।  
 (গ) 0.625 ডেসিম্যাল ভগ্নাংশটি বাইনারিতে রূপান্তর করো।  
 (ঘ) -5 নেতিবাচক সংখ্যাটির বাইনারি প্রতিনিধিত্ব কী?  
 (ঙ)  $\overline{ABC} + \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC$  বুলিয়ান অভিব্যক্তিটি সরলীকরণ করো।  
 (চ) ডিকোডার বলতে কী বোঝো?  
 (ছ) মৌলিক গেট ব্যবহার করে  $A \oplus B + C$  বুলিয়ান সমীকরণটির লজিক বতনি আঁকো।

২। (ক) NAND গেট ব্যবহার করে AND, OR গেট তৈরি করো।

(খ) ট্রানজিস্টার ব্যবহার করে NOT গেট-এর কার্যপ্রণালীর বিবরণ দাও।

(গ)  $(11011.01)_2$  এবং  $(1011.011)_2$  দ্বিক সংখ্যা দুটির যোগফল ও বিয়োগফল নির্ণয় করো।  $(2+2)+3+(1^2/2+1^2/2)$

৩। (ক) বুলিয়ান বীজগণিতের মাধ্যমে দেখাও  $(A + B)(A + C) = A + BC$ ।

(খ)  $Y = AB + A(\overline{B} + C) + B(B + \overline{C})$  সমাধান করে বতনী আঁকো। বতনীর সত্যসারণি লেখো।

(গ) Sum-of-products (SOP) রাশি  $F(A, B, C) = \sum(0,1,2,3,5,6,7)$ -কে তার Product-of-Sums (POS) সমতুল্য রাশিতে রূপান্তর করো।  $2+(3+2)+3$

৪। (ক) ডি-মালটিপ্লেক্সার কী? এর যে-কোনো একটির ব্যবহার সম্পর্কে লেখো। 1 : 4 ডিমালটিপ্লেক্সারের বতনী চিত্র অঙ্কন করো।

(খ) K-ম্যাপের সাহায্যে সরল করো :  $Y = \overline{A}BC + ABC + ABC$ .

(গ) Ex-OR গেটের সত্যসারণি লেখো। NOR গেট ব্যবহার করে Ex-OR গেটের বতনী অঙ্কন করো।

$(1+1+2)+3+(1+2)$

Please Turn Over

- ৫। (ক) JK FF-এর বর্তনী চিত্র আঁকো আর সত্যসারণি লেখো।  
 (খ) D-ফ্লিপ ফ্লপ কাকে বলে? এর সত্যসারণি লেখো।  
 (গ) সমন্বয়নিক যুক্তি (combinational logic) এবং ক্রমযুক্তির (sequential) মধ্যে পার্থক্য কী?  
 (ঘ) ক্রক ট্রিগারিংয়ের প্রকারভেদগুলি উল্লেখ করো। (২+২)+২+২+২
- ৬। (ক) 4-বিট SIPO শিফট রেজিস্টারের কার্যপ্রণালী বোঝাও। বর্তনী চিত্র অঙ্কন করো।  
 (খ) বিভিন্ন প্রকারের শিফট রেজিস্টার উল্লেখ করো।  
 (গ) IC প্রযুক্তিতে, VLSI বলতে কী বোঝো? (৩+২)+২+৩
- ৭। (ক) বর্তনী এবং সময়ের লেখচিত্রের সাহায্যে রিং কাউন্টার বলয় ব্যাখ্যা করো।  
 (খ) বর্তনী এবং সময়ের লেখচিত্রের সাহায্যে রিপল কাউন্টার বলয় ব্যাখ্যা করো। ৫+৫

### [English Version]

*The figures in the margin indicate full marks.*

Answer **question no. 1** and **any four** questions from the rest.

1. Answer **any five** questions : 2×5
- (a) Convert the hexadecimal number 2AF to decimal.  
 (b) Convert the decimal number 245 to octal.  
 (c) Convert the decimal fraction 0.625 to binary.  
 (d) What is the binary representation of the negative number -5.  
 (e) Simplify the Boolean expression  $\bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C + ABC$ .  
 (f) What is a decoder?  
 (g) Draw the logic circuit for the boolean expression  $A \oplus B + C$  using basic gates.
2. (a) Construct AND, OR gates using NAND gates.  
 (b) Explain the working of NOT gate using a transistor.  
 (c) Add and subtract the binary numbers  $(11011.01)_2$  and  $(1011.011)_2$ . (2+2)+3+(1½+1½)
3. (a) Prove that  $(A + B)(A + C) = A + BC$  using boolean algebra.  
 (b) Simplify and draw the circuit diagram for  $Y = AB + A(\bar{B} + C) + B(B + \bar{C})$ . Write the truth table of the circuit.  
 (c) Convert the sum-of-products (SOP) expression  $F(A, B, C) = \sum(0,1,2,3,5,6,7)$  to its product-of-sums (POS) equivalent. 2+(3+2)+3

4. (a) What is a de-multiplexer? Mention any one use. Draw circuit diagram of 1 : 4 de-multiplexer.  
(b) Simplify  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC$  using K-map.  
(c) Write the truth table of Ex-OR gate. Draw the circuit to construct Ex-OR gate using NOR gate.  
(1+1+2)+3+(1+2)
5. (a) Draw the circuit diagram of a JK FF. Obtain the truth table.  
(b) What is D flip-flop? Write down the truth table.  
(c) What is the difference between combinational logic and sequential logic?  
(d) Mention the types of clock triggering. (2+2)+2+2+2
6. (a) Discuss the working principle of 4-bit SIPO shift register. Draw the circuit diagram.  
(b) What are the different types of shift registers?  
(c) What do you mean by VLSI in IC technology. (3+2)+2+3
7. (a) Explain the ring counter with the help of circuit and timing diagram.  
(b) Explain the ripple counter with the help of circuit and timing diagram. 5+5

**Paper : DSE-B-2**  
**(Nuclear and Particle Physics)**

**Full Marks : 65**

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

বিভাগ - ক

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক)  $\beta$  বিঘটনে নিউট্রিনোর ভূমিকা ব্যাখ্যা করো।
- (খ)  ${}^8\text{O}^{16}$  নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।
- (গ) 'বার্ন' (Barn) কীসের একক? SI এককে এর মান কত?
- (ঘ) নিউক্লীয় বলের 'সম্পৃক্তি ধর্ম' বলতে কী বোঝো?
- (ঙ)  ${}^7_3\text{Li} \left( {}^1_1\text{H}, {}^2_1\text{H} \right) X$  বিঘটনে অজানা কণা X-টি কী?
- (চ) নিউক্লিয়ন কণাগুলির কোয়ার্ক গঠন লেখো।
- (ছ) তেজস্ক্রিয় কণাটির অর্ধজীবনকাল নির্ণয় করো যার বিঘটন ধ্রুবক  $0.693 \text{ day}^{-1}$ ।

বিভাগ - খ

যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২। (ক) কোনো নিউক্লিয়াসের বন্ধনশক্তি বলতে কী বোঝো?

(খ) একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি নিউট্রনের ভর যথাক্রমে  $1.008142 u$  ও  $1.008982 u$ । একটি  ${}^{16}\text{O}$  নিউক্লিয়াসের নিউক্লিয়ন-প্রতি বন্ধনশক্তি নির্ণয় করো। যেখানে  ${}^{16}\text{O}$  নিউক্লিয়াসের ভর =  $15.994915 u$ ।

২+৩

৩। (ক) একটি নিউক্লিয়াস থেকে প্রথমে একটি  $\alpha$ -কণা এবং তারপরে দুটি  $\beta$  কণা নির্গত হয়। দেখাও যে পরিণত নিউক্লিয়াসটি প্রাথমিক নিউক্লিয়াসের একটি আইসোটোপ।

(খ)  $\beta$  বিঘটন বিভিন্ন পদ্ধতিগুলি বর্ণনা করো।

২+৩

৪। (ক) চিত্রসহ একটি G.M. গণকের (G.M. Counter) গঠন ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা করো।

(খ) একটি G.M. গণকের 'নিষ্প্রাণ সময়' (dead time) বলতে কী বোঝো?

৩+২

৫। (ক) উদাহরণ সহযোগে যৌগিক নিউক্লীয় বিক্রিয়ার ব্যাখ্যা দাও।

(খ) নিম্নলিখিত কণাগুলির কোয়ার্কের গঠন বিন্যাস লেখো :

(অ)  $\pi^+$  (আ)  $\Sigma^-$ ।

৩+২

- ৬। (ক) বিটাট্রন ত্বরণ যন্ত্রের কার্যকারিতার জন্য 'বিটাট্রন শতটি' নির্ণয় করো।  
 (খ) সাইক্লোট্রন ও বিটাট্রনের দুটি মৌলিক পার্থক্য লেখো।

৩+২

## বিভাগ - গ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

- ৭। (ক) নিউক্লীয় বন্ধনশক্তির ক্ষেত্রে বেথে-ওয়াইজ্যাকার সূত্রটি লেখো। এই সূত্রে ব্যবহৃত পাঁচ ধরনের শক্তির সম্ভার আলোচনা করো।

(খ) ভরসংখ্যার সঙ্গে নিউক্লীয় কণা প্রতি বন্ধনশক্তির লেখটি আঁকো।

- (গ)  ${}_{20}\text{Ca}^{40}$  নিউক্লিয়াসটির বন্ধনশক্তির ক্ষেত্রে পৃষ্ঠশক্তি ও কুলম্বশক্তি অংশটির মান নির্ণয় করো।

৫+২+৩

- ৮। (ক) রৈখিক কণা ত্বরণযন্ত্রের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো।

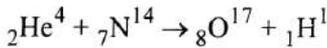
(খ) রৈখিক কণা ত্বরণযন্ত্রের সুবিধা ও অসুবিধাগুলি সাইক্লোট্রন ত্বরণযন্ত্রের সাপেক্ষে তুলনা করো।

- (গ) একটি সাইক্লোট্রনের প্রত্যেকটি ডি-এর ব্যাসার্ধ 1.5 m প্রোটন কণার (আধান =  $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ , ভর =  $1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ ) গতিবৃদ্ধির জন্য 2T চৌম্বকক্ষেত্র ব্যবহার করা হয়েছে। প্রোটনটির সর্বাধিক গতিশক্তি ও সাইক্লোট্রন যন্ত্রটির কার্যকরী কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

৩+৩+(২+২)

- ৯। (ক) নিউক্লীয় বিক্রিয়ার Q-মান বলতে কী বোঝো?

(খ) নিম্নলিখিত নিউক্লীয় বিক্রিয়ার Q-মান নির্ণয় করো।



যেখানে ভরগুলি যথাক্রমে :

$$M({}_2\text{He}^4) = 4.0038727u$$

$$M({}_7\text{N}^{14}) = 14.0030744u$$

$$M({}_1\text{H}^1) = 1.007825u$$

$$M({}_8\text{O}^{17}) = 16.999133u$$

উপরোক্ত বিক্রিয়াটি তাপ-উৎপাদক না তাপশোষক তা উল্লেখ করো।

- (গ) দেখাও যে শূন্যস্থানে  $\gamma \rightarrow e^+ + e^-$  ঘটনাটি ঘটা সম্ভব নয়।

২+(৪+১)+৩

- ১০। (ক) রাদারফোর্ডের সোনার ফয়েল পরীক্ষাটির বর্ণনা করো এবং পারমাণবিক গঠন বুঝতে এই পরীক্ষাটির তাৎপর্য ব্যাখ্যা করো।

- (খ) 5 MeV গতিশক্তি সম্পন্ন একটি আলফা কণা ও একটি স্থির সোনার নিউক্লিয়াসের ( $z = 79$ ) মুখোমুখি সংঘাতের ন্যূনতম দূরত্বটি গণনা করো।

(৩+৩)+৪

- ১১। (ক) ইলেকট্রন ক্যাপচার (Capture) পদ্ধতিটি বর্ণনা করো।  
 (খ) ইলেকট্রন ক্যাপচার ও পজিট্রন নিঃসরণ পদ্ধতি দুটির পার্থক্য ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) একটি নিউক্লিয়াসের ইলেকট্রন ক্যাপচার প্রক্রিয়ার নিগত শক্তি গণনা করো যার প্রাথমিক ভর 55.934939U এবং অন্তিম ভর 55.930788U। (ইলেকট্রনের ভর = 0.000548U) ৩+৩+৪
- ১২। (ক) 'আজব কণা' কোনগুলি? তাদের নাম লেখো। কেন তাদের 'আজব' কণা বলা হয়?  
 (খ) উপযুক্ত ভারচিত্র (Weight-diagram) সহযোগে  $J_p = \frac{1}{2}^+$  ব্যারিয়ন অষ্টক প্রতিসাম্যটি লেখো।  
 (গ) কোনো কণার আধান (charge), গড় আধান (average charge) ও হাইপার আধান (hyper charge) বলতে কী বোঝো? তাদের রাশিমালা লেখো। ৩+৪+৩

## [English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

## Group - A

1. Answer **any five** questions :

2×5

- Explain the role of neutrinos in beta decay.
- Calculate the radius of  ${}_8\text{O}^{16}$  nucleus.
- What is 'Barn'? What is its value in S.I. unit?
- What is meant by 'Saturation' of nuclear force?
- Determine the unknown particle X in the reaction  ${}_3\text{Li}^7({}_1\text{H}^1, {}_1\text{H}^2)\text{X}$ .
- Write the quark contents of nucleons.
- Determine the half-life of a radioactive substance if its decay constant is  $0.693 \text{ day}^{-1}$ .

## Group - B

Answer **any three** questions.

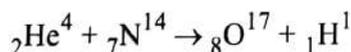
- What do you mean by binding energy of nucleus?
  - The masses of the hydrogen atom and neutron are  $1.008142 u$  and  $1.008982 u$  respectively. Calculate the binding energy per nucleon of  $\text{O}^{16}$  nucleus.  
[Given : Mass of  $\text{O}^{16}$  nucleus =  $15.994915 u$ ] 2+3
- A nucleus emits an  $\alpha$ -particle followed by two  $\beta$ -particles. Show that the final nucleus is an isotope of the original one.
  - Describe the process of  $\beta$  decay and its various types. 2+3

4. (a) Describe the working principle of a G.M. counter with proper schematic diagram.  
 (b) What is 'dead time' of a G.M. counter? 3+2
5. (a) Explain compound nuclear reaction with example.  
 (b) Write quark composition of following particles.  
 (i)  $\pi^+$  (ii)  $\Sigma^-$ . 3+2
6. (a) Derive the 'betatron condition' for betatron operation.  
 (b) Write two basic differences between cyclotron and betatron. 3+2

### Group - C

Answer *any four* questions.

7. (a) Write down the Bethe-Weizsacker formula for binding energy of a nucleus. Explain, in detail, all the five energy terms used therein.  
 (b) Draw the curve of binding energy/nucleon vs. mass number of nucleus.  
 (c) Calculate the 'surface term' and 'Coulomb term' of the binding energy of  ${}_{20}\text{Ca}^{40}$  nucleus. 5+2+3
8. (a) Describe the working principle of a linear accelerator.  
 (b) Explain the advantages and disadvantages of linear accelerators compared to cyclotrons.  
 (c) Calculate the maximum kinetic energy of protons accelerated by a cyclotron with a magnetic field of 2T and a radius of dee 1.5 m (charge of proton =  $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ , mass of proton =  $1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$ ). Also calculate the operational frequency of cyclotron. 3+3+(2+2)
9. (a) Define Q-value of a nuclear reaction.  
 (b) Calculate the Q-value of the following nuclear reaction :



Given masses are :

$$M({}_2\text{He}^4) = 4.0038727u$$

$$M({}_7\text{N}^{14}) = 14.0030744u$$

$$M({}_1\text{H}^1) = 1.007825u$$

$$M({}_8\text{O}^{17}) = 16.999133u$$

Indicate also if the above reaction is exoergic or endoergic.

- (c) Show that the process  $\gamma \rightarrow e^+ + e^-$  cannot occur in vacuum? 2+(4+1)+3

10. (a) Describe Rutherford's gold foil experiment and its significance in understanding the structure of atomic nucleus.
- (b) Calculate the distance of closest approach in a head-on collision between a 5 MeV alpha particle and a gold nucleus at rest ( $z = 79$ ). (3+3)+4
11. (a) Describe the process of electron capture.
- (b) Explain the difference between electron capture and positron emission.
- (c) Calculate the energy released in electron capture for a nucleus with initial mass 55.934939 U and final mass 55.930788 U. (mass of electron = 0.000548U). 3+3+4
12. (a) What are the 'strange particles'? Why are they called 'strange'?
- (b) Demonstrate the octet-symmetry of  $J_p = \frac{1}{2}^+$  baryons in a weight-diagram.
- (c) What do you mean by charge, average charge and hyper-charge of a particle? Give their expressions. 3+4+3
-