

2023

PHYSICS — GENERAL

Paper : DSE-B-1

[Digital Electronics]

Full Marks : 50

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

(ক) প্রদত্ত দ্বিক সংখ্যাটিকে দশমিক সংখ্যায় লেখো : $(110011.11)_2$ ।

(খ) $(257.5)_{10}$ -কে অষ্টমিক সংখ্যায় প্রকাশ করো।

(গ) $(10011.11)_2$ থেকে $(1111.001)_2$ -কে বিয়োগ করো এবং বিয়োগফলকে দশমিক সংখ্যায় প্রকাশ করো।

(ঘ) সরল করো : $\bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$

(ঙ) ডি মরগ্যানের উপপাদ্যগুলি লেখো।

(চ) এনকোডার বলতে কী বোঝো লেখো।

(ছ) NAND গেট ব্যবহার করে XOR গেটের বর্তনী অঙ্কন করো।

২। (ক) 'সমতা আবিষ্কারক' বা 'ইকুয়ালিটি ডিটেকটর' কাকে বলে লেখো।

(খ) দুই ইনপুটের সমতা আবিষ্কারকের বর্তনী অঙ্কন করো এবং সত্যসারণি লেখো।

(গ) অর্ধযোজকের সত্যসারণি লেখো এবং NAND গেট ব্যবহার করে বর্তনী অঙ্কন করো।

(ঘ) যে-কোনো একটি 'সার্বজনীন গেট' ব্যবহার করে বেসিক গেট গঠন করো।

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

৩। (ক) $f(x, y, z) = \sum(0, 1, 3, 4, 6)$ -কে K-Map দ্বারা প্রকাশ করো এবং সরল করো।

(খ) পূর্ণযোজকের সত্যসারণি লেখো। আউটপুটের বুলিয়ান রাশি লেখো এবং সরলীকরণ করো। পূর্ণযোজকের বর্তনী অঙ্কন করো।

(গ) প্রমাণ করো : $\overline{AB + A} + AB = 0$ ।

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

Please Turn Over

৪। (ক) BCD সিস্টেম কী লেখো।

(খ) 'বিচ্ছিন্ন উপাদান বতনী'-র (discrete component circuit) তুলনায় 'সমন্বিত বতনী'র (integrated circuit) উপকারিতা ও অপকারিতা ব্যাখ্যা করো।

(গ) মান্টিপ্লেক্সার কী? একটি 4 : 1 মান্টিপ্লেক্সারের বুলীয় সমীকরণ, সত্যসারণি লেখো এবং বতনীর চিত্র অঙ্কন করো।

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

৫। (ক) 'ল্যাচ' এবং 'ফ্লিপফ্লপ'-এর পার্থক্য কী লেখো।

(খ) 'ক্লকড S-R' ফ্লিপফ্লপের বতনী অঙ্কন করো এবং এর কার্যপ্রণালী সত্যসারণির সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

(গ) অনুক্রমিক বতনীতে 'প্রিসেট' ও 'ক্লিয়ার'-এর গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) 'race around condition' কী ব্যাখ্যা করো।

$$2+8+2+2$$

৬। (ক) 'রেজিস্টার' কী?

(খ) D-ফ্লিপফ্লপ ব্যবহার করে 'SISO' শিফট রেজিস্টারের বতনী অঙ্কন করো এবং কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করো।

(গ) '4 bit PIPO' শিফট রেজিস্টারে ইনপুট থেকে আউটপুট পেতে কতগুলো ক্লক পাল্স ব্যবহার করা হয়?

(ঘ) 'ট্রিগার' বলতে কী বোঝো এবং এটি কয় প্রকার হয়?

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

৭। (ক) ডিজিট্যাল সিস্টেমে 'কাউন্টার' কী?

(খ) 'synchronous' ও 'asynchronous' কাউন্টারের পার্থক্য কী লেখো।

(গ) কাউন্টারের ব্যবহার কোথায় হয় লেখো।

(ঘ) ডিকেড কাউন্টার-এর বতনী আঁকো ও ক্লকের সাথে বিভিন্ন আউটপুট-এর 'timing diagram' অঙ্কন করো।

$$2+2+2+(2+2)$$

[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 given binary number into equivalent decimal number : $(110011.11)_2$.

(b) Convert the decimal number $(257.5)_{10}$ into octal equivalent.

(c) Subtract $(1111.001)_2$ from $(10011.11)_2$ and write its decimal equivalent.

(d) Simplify the expression : $\bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC\bar{C} + ABC$.

(e) Write De Morgan's theorems.

(f) What is an encoder?

(g) Draw the circuit diagram of XOR gate using NAND gate.

2. (a) What is an equality detector?
 (b) Draw the circuit diagram of a two input equality detector and write its truth table.
 (c) Write down the truth table of an half adder and draw the circuit diagram using NAND gates.
 (d) Using any one type of the universal gates construct the basic gates. 1+(2+1)+(1+2)+3
3. (a) Express the function $f(x,y,z) = \sum(0,1,3,4,6)$ as Karnaugh map and simplify it.
 (b) Write the truth table of full adder. Write the Boolean expressions of the outputs and simplify them. Draw the circuit diagram from the simplified expressions.
 (c) Prove that : $\overline{AB} + \overline{A} + AB = 0$. (2+1)+(1+2+2)+2
4. (a) What do you mean by BCD system?
 (b) Write the advantages and disadvantages of integrated circuit (IC) over discrete component circuit.
 (c) What is a multiplexer? Draw a 4 : 1 multiplexer circuit, write the Boolean equation and truth table. 1+(2+2)+(1+2+1+1)
5. (a) What is the difference between 'latch' and 'flip-flop'?
 (b) Draw the circuit diagram of a clocked S-R flip-flop and explain its working principle with the truth table.
 (c) Explain the importance of 'preset' and 'clear' in sequential circuit.
 (d) Explain 'race around condition'. 2+4+2+2
6. (a) What is a Register?
 (b) Draw the diagram of a 4-bit serial in serial out (SISO) shift register using D flip-flop and explain its working principle.
 (c) How many clock pulses are required to get the data at the output of a 4-bit PIPO shift register?
 (d) What is trigger? Mention the types of triggers. 2+(2+3)+1+(1+1)
7. (a) Define 'counter' in digital system.
 (b) Write the difference between synchronous and asynchronous counter.
 (c) Write the applications of counter.
 (d) Draw the circuit diagram of Decade counter. Draw the corresponding timing diagram of clock and outputs. 2+2+2+(2+2)

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.*

প্রাপ্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

বিভাগ - ক

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) প্রতিফলিত নিউক্লিয়াস বলতে কী বোঝো? একটি উদাহরণ দাও।
- (খ) নিউক্লিয়াসের ভর ত্রুটির সংজ্ঞা দাও।
- (গ) বিটা-কণার শক্তি বর্ণালীর লেখটি এঁকে দেখাও।
- (ঘ) ${}_8\text{O}^{16}({}_1\text{H}^2, {}_1\text{H}^3)\text{X}$ —বিক্রিয়ায় অজানা কণা 'X' টি কী?
- (ঙ) সমস্ত লেপ্টন ও অ্যান্টিলেপ্টনের নাম ও চিহ্ন লেখো।
- (চ) নিউক্লীয় কণাগুলির আইসোস্পিন সংখ্যা কত?
- (ছ) Ξ^- কণার আইসোস্পিন ও স্ট্রেন্জনেস-এর মান কত?

বিভাগ - খ

যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

২। (ক) ভরসংখ্যার সঙ্গে কণা প্রতি নিউক্লীয় বন্ধন শক্তির লেখটি এঁকে দেখাও।

(খ) খুব কম ও খুব বেশি ভরসংখ্যার নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে বন্ধন শক্তি কম হওয়ার কারণ যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

২+৩

৩। একটি অর্ধ-পরিবাহী গণক যন্ত্রের গঠন ও কার্যপ্রণালী চিত্রসহ বর্ণনা করো। এই গণকের সীমাবদ্ধতা কী?

৪+১

৪। (ক) নিউক্লিয়াসের গঠন বর্ণনায় 'কণা ত্বরণ' যন্ত্রের প্রয়োজনীয়তা কী?

(খ) সিংক্রোট্রন ও সিংক্রো-সাইক্লোট্রন বলতে কী বোঝো?

২+৩

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

(খ) একটি ডয়টেরনকে প্রোটন ও নিউট্রনে বিচ্ছিন্ন করতে γ -রশ্মির ন্যূনতম কত শক্তির প্রয়োজন তা নির্ণয় করো।

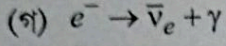
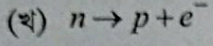
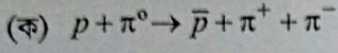
যেখানে— প্রোটনের ভর = 1.00759 u

নিউট্রনের ভর = 1.00898 u

ডয়টেরনের ভর = 2.01471 u

২+৩

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



২+২+১

বিভাগ - গ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

৭। (ক) নিউক্লীয় বলের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

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

(গ) হাইড্রোজেন পরমাণুর ভর ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে $1.008142 u$ ও $1.008982 u$ হলে ${}_8\text{O}^{16}$ নিউক্লিয়াসের বন্ধনশক্তি ও প্যাকিং ভগ্নাংশ নির্ণয় করো। ${}_8\text{O}^{16}$ নিউক্লিয়াসের ভর = $15.994915 u$. ৩+৩+(৩+১)

৮। (ক) α -কণার 'সীমা' (Range) বলতে কী বোঝো? এই সীমা কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে?

(খ) তেজস্ক্রিয় α -বিঘটনের গাইগার-ন্যাটাল সূত্রটি লেখো।

(গ) কোনো পদার্থের মধ্য দিয়ে γ -রশ্মি প্রবাহিত হলে কী কী ঘটনা ঘটে তার সংক্ষিপ্ত আলোচনা করো। (২+২)+২+৪

৯। (ক) সমস্ত নিউক্লীয় ম্যাজিক সংখ্যাগুলি লেখো। এদেরকে "ম্যাজিক" সংখ্যা বলা হয় কেন?

(খ) দুটি নিউক্লিয়াসের নাম লেখো যাদের নিউট্রন ও প্রোটন দুটো সংখ্যাই ম্যাজিক সংখ্যা।

(গ) উদাহরণ সহযোগে বোরের যৌগিক নিউক্লীয় বিক্রিয়ার প্রকল্পটি ব্যাখ্যা করো। (২+২)+২+৪

১০। (ক) সাইক্লোট্রন কী? একটি সাইক্লোট্রনের সর্বোচ্চ ব্যাসার্ধ $0.5 m$ এবং এটিতে $1.5 T$ চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করা হয়েছে,

(অ) এটির প্রযুক্তি বিভবের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো,

(আ) এটি প্রোটনকে ত্বরান্বিত করলে সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত?

(খ) LINAC যন্ত্রটির অসুবিধাগুলি কী কী?

(গ) ভারতের কোথায় কোথায় কণা ত্বরক যন্ত্র আছে? (২+৪)+২+২

১১। (ক) একটি আলোকবর্ধক নলের (PMT) কার্যপ্রণালী বর্ণনা করো।

(খ) একটি GM গণকের নিষ্প্রাণ সময় $200 \mu s$ । প্রতি মিনিটে 1000 গণনাকালীন অবস্থায় গণকের প্রকৃত গণনার হার কত?

(গ) কণা-বিদ্যার চারটি মৌলিক প্রতিক্রিয়ার নাম লেখো।

(ঘ) তড়িৎচুম্বকীয় আন্তঃক্রিয়ার বিনিময় কণার নাম কী? ৩+৩+২+২

Please Turn Over

১২। (ক) নীচের কোন বিক্রিয়ায় ব্যরিয়ন সংখ্যা সংরক্ষিত?

- $p + p \longrightarrow p + e^+$
- $p + n \longrightarrow 2e^+ + e^-$
- $p \longrightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$
- $p + \bar{p} \longrightarrow 2\gamma$

ব্যরিয়ন সংখ্যা কী সব কয়টি মৌলিক আন্তঃক্রিয়ায় সংরক্ষিত?

(খ) নীচের কোন বিক্রিয়ায় স্ট্রেন্জনেস সংরক্ষিত?

- $K^+ \longrightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
- $n + K^+ \longrightarrow p + \pi^0$
- $K^+ + K^- \longrightarrow \pi^0 + \pi^0$
- $p + K^- \longrightarrow \Lambda^0 + \pi^0$

স্ট্রেন্জনেস কি চারটি মৌলিক আন্তঃক্রিয়ায় সংরক্ষিত?

(8+১)+(8+১)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Group - A

1. Answer *any five* questions :

2×5

- (a) What do you mean by mirror nuclei? Give one example.
- (b) Define mass defect of a nucleus.
- (c) Draw the energy spectrum of β -particles.
- (d) Determine the unknown particle 'X' in reaction — ${}_8\text{O}^{16}({}_1\text{H}^2, {}_1\text{H}^3)\text{X}$.
- (e) Write down the name and symbols of all leptons and anti-leptons.
- (f) What is the value of isospin number of nucleons?
- (g) What is the isospin and strangeness of Ξ^- particle?

Group - B

Answer *any three* questions.

2. (a) Draw the binding energy per nucleon versus the mass number curve.
- (b) Explain why the binding energy decreases for lower mass number and much higher mass number of nuclei.

2+3

3. With proper schematic diagram, describe the construction and working of a semiconductor detector. What are its limitations? 4+1
4. (a) Why are the particle accelerators necessary in the studies of nucleus?
 (b) What do you mean by synchrotron and synchrocyclotron? 2+3
5. (a) What do you mean by exothermic and endothermic nuclear reaction?
 (b) Calculate the minimum energy of γ -rays necessary to disintegrate a deuteron into a proton and a neutron.
 Given : mass of proton = 1.00759 u
 mass of neutron = 1.00898 u
 mass of deuteron = 2.01471 u 2+3
6. Explain why the following processes are not allowed :
 (a) $p + \pi^0 \rightarrow \bar{p} + \pi^+ + \pi^-$
 (b) $n \rightarrow p + e^-$
 (c) $e^- \rightarrow \bar{\nu}_e + \gamma$. 2+2+1

Group - C

Answer *any four* questions.

7. (a) Write down the characteristics of nuclear force.
 (b) Sketch the N-Z plot, where N is the neutron number and Z is the atomic number. Briefly explain the nature of the plot.
 (c) The masses of the hydrogen atom and the neutron are 1.008142 u and 1.008982 u respectively. Calculate the binding energy and packing fraction of ${}_8\text{O}^{16}$ nucleus, where mass of ${}_8\text{O}^{16}$ nucleus = 15.994915 u . 3+3+(3+1)
8. (a) What do you mean by 'range' of α -particles? On which factors this range depend?
 (b) Write down the Geiger-Nuttall law for α -decay by radioactive nuclei.
 (c) Describe qualitatively all the processes which occur when γ -rays pass through the matter. (2+2)+2+4
9. (a) Write down all the magic numbers of nuclei. Why are these numbers called magic numbers?
 (b) Name two nuclei in which neutron and proton numbers are magic numbers.
 (c) Explain Bohr's compound nuclear hypothesis with example. (2+2)+2+4

Please Turn Over

10. (a) What is cyclotron? A cyclotron has maximum radius of 0.5 m and it operates in a magnetic field of 1.5 T. Find (i) the frequency of applied voltage, (ii) maximum kinetic energy if it is used to accelerate protons.
- (b) What are the disadvantages of LINAC?
- (c) Where in India the accelerator facilities are available? (2+4)+2+2

11. (a) Explain the working principle of Photo Multiplier Tube (PMT).
- (b) A G.M. Counter has a dead time of 200 μ s. What is the true counting rate when observed counting rate is 1000 per minute?
- (c) Name all four fundamental interactions in particle physics.
- (d) What is the exchange particle of electro-magnetic interaction? 3+3+2+2

12. (a) In which of the following reactions, baryon number is conserved?

- $p + p \longrightarrow p + e^+$
- $p + n \longrightarrow 2e^+ + e^-$
- $p \longrightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$
- $p + \bar{p} \longrightarrow 2\gamma$

Is baryon number conserved in all four types of fundamental interactions?

- (b) In which of the following reactions or decays, strangeness is conserved?

- $K^+ \longrightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
- $n + K^+ \longrightarrow p + \pi^0$
- $K^+ + K^- \longrightarrow \pi^0 + \pi^0$
- $p + K^- \longrightarrow \Lambda^0 + \pi^0$

Is strangeness conserved in all four types of fundamental interactions?

(4+1)+(4+1)
