বিদ্যাসাগর বিশ্ববিদ্যালয়

VIDYASAGAR UNIVERSITY

Question Paper

B.Sc. Honours Examinations 2021

(Under CBCS Pattern)

Semester - VI

Subject: PHYSICS

Paper : DSE 1B -T & P

Full Marks : 60 (Theory-40 + Practical-20)

Time : 3 Hours

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

The figures in the margin indicate full marks.

Vidyasagar University

Solid State Physics

[Theory]

Group - A

Answer ***any two*** of the following: 2×15=30

1. a) Discuss the band theory of a solid material by Kronig-Penney model 8

   b) What do you mean by Brillouin Zone? Draw Wigner-Seitz unit cells for the lattice in two dimensions. 4

c) Show that the length of reciprocal lattice translational vector $(\vec{G}_{hkl})$ is equal to $\frac{2\pi}{d_{hkl}}$. 3

2. a) Derive the atomic form factor and discuss its significance. How does it relate the geometrical structure factor? 6

b) Derive the dispersion relation for a one dimensional monoatomic with lattice spacing *a.* Find the group velocity at the boundary of the first Brillouin Zone. 5+2

c) The energy $E(\vec{k})$ of electrons of wave vector $\vec{k}$ in a solid is given by $E(\vec{k}) = Ak^2 + Bk^4$, where A and B are constants. Find the effective mass of the electron at $|\vec{k}| = k_o$. 2

3. a) Discuss the Pauli paramagnetism theory and find the Pauli paramagnetic susceptibility. 6

b) Discuss the difference between paramagnetic and ferromagnetic materials. Draw B-H curve of ferromagnetic material and discuss hysteresis loss in ferromagnetic material 2+2+2

c) What are the differences between type I and type II Superconductors 3

4. a) What do you mean by polarizability? Find the expression of electronic polarizability. 6

b) Derive Clausius Mosotti Equation for a dielectric material. 6

c) Discuss Meissner effect in superconductivity. 3

Group - B

Answer ***any one*** of the following: 1×10=10

5. a) What do you mean by Bravais lattice? Is honeycomb structure an example of Bravais lattice? 2

Vidyasagar University

b) Mention the difference between primitive unit cell and conventional unit cell. 2

c) Sodium metal crystallizes in bcc structure with an edge length of 4.29 x 10^{-8} cm.Calculate the atomic radius of sodium atom. 2

d) At 100°C copper (Cu) has a lattice constant of 3.655 Å. What is its density at this temperature? Given, Copper has FCC crystal structure. 2

e) The distance between (111) planes in a face centred crystal is 2Å. Determine the lattice parameter and atomic diameter. 2

6. (a) What do you mean by Miller Indices? Explain the significance of the following notations: (a) (hkl), (b) {hkl}, (c) [hkl], and (d) <hkl> 2

(b) A crystal plane cuts intercepts of a, b/2, and 3c/2 along x,y,z directions. Determine the Miller indices of the plane. 2

c) What do you mean by reciprocal lattice? Derive the expression for lattice translational vectors in real space and reciprocal space? 4

d) Show that the reciprocal lattice for a simple cubic structure is another simple cubic, i.e the simple cubic structure is self-reciprocal. 2

[Practical]

Answer ***any one*** of the following: 1×20=20

7. Discuss how could you measure the susceptibility of paramagnetic solution (Quinck's Tube Method)

8. Discuss the methodology to study the PE Hysteresis loop of a Ferroelectric Crystal.

9. Define Hall coefficient and discuss the methodology with proper circuit diagram how you could determine the Hall coefficient.

Vidyasagar University

বঙ্গানুবাদ

থিওরি

পূর্ণমান ৪০

বিভাগ ক

যেকোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ১৫×২=৩০

১। (ক) কঠিন পদার্থের পটিতত্ত্ব (Band Theory) সম্পর্কে ক্রনিগপেনী মডেলটি (Kronig-Penney) সবিস্তার আলোচনা কর। ৮

(খ) ব্রিলউইনজোন (Brilliouin Zone) বলতে কি বোঝ? দ্বিমাত্রিক তলে উইগনার-সেয়জ (Wigner-Seitz) এককোষটি বর্ণনা কর। ৪

(গ) দেখাও যে পারস্পরিক কল্যাটিস এর ক্ষেত্রে ট্রানসলেসন্‌ভেক্টর এর দৈর্ঘ্য $\vec{G}_{hkl} = \frac{2\pi}{d_{hkl}}$ । ৩

২। (ক) পারমাণবিক ফর্ম ফ্যক্টর বলতে কি বোঝ এবং সেটি সবিস্তারে প্রকাশ করো এবং এটির তাৎপর্য আলোচনা কর। ৬

(খ) একমাত্রিক এক পারমাণবিক ল্যাটিস কম্পনের জন্য কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গ ভেক্টর এর মধ্যে সম্পর্ক (dispersion relation) প্রকাশ কর। পারমাণবিক গঠনটির ল্যাটিস ভেক্টর হল a প্রথম ব্রিল উইনজোন এর সিমাতে গ্রুপ বেগ নির্ণয় কর। ৫+২

(গ) একটি কঠিন পদার্থের মধ্যে ইলেক্টরন এর শক্তি দেওয়া আছে $E(\vec{k}) = Ak^2 + Bk^4$ যেখানে k = তরঙ্গ ভেক্টর A এবং B হল ধ্রুবক। ইলেক্ট্রনটির কার্যকর ভর (Effective mass) নির্ণয় কর যেখানে $|\vec{k}| = k_0$ । ২

৩। (ক) পাউলি প্যারাম্যাগনেটিজম (Pauli Para-magnetism) তত্ত্বটি বর্ণনা কর এবং প্যারাম্যাগনেটিক সংবেদনশীলতা (Paramagnetic Susceptibility) টি প্রকাশ কর। ৬

(খ) প্যারাম্যাগনেটিক ও ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থের মধ্যে তফাতগুলি আলোচনা কর। ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থের ক্ষেত্রে B-H বক্ররেখাটি (B-H Curve) আঁকো এবং হিস্টেরিসিস ক্ষতি (Hysteresis loss) সম্পর্কে আলোচনা কর। ২+২+২

Vidyasagar University

(গ) টাইপ-I এবং টাইপ-II সুপার কন্টাটকক্টর গুলির মধ্যে তফাতগুলি আলোচনা কর। ৩

৪। (ক) অন্তরক পদার্থের মেরুকরণ (Polarizability) বলতে কি বোঝ? ইলেকট্রনিক মেরুকরণ (Electronic Polarizability) সম্পর্কে আলোচনা কর এবং এটির প্রকাশ কর। ৬

(খ) অন্তরক পদার্থের ক্ষেত্রে ক্লাসিয়াসমোসোটি সমীকরণটি (Clausius Mosotti Equation) বাহির কর। ৬

(গ) সুপারকন্ডাক্টর এর ক্ষেত্রে মেসনার ইফেক্টটি (Meissner effect) আলোচনা কর। ৩

বিভাগ খ

যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ১০×১=১০

৫। (ক) ব্রাভিসল্যাটিস বলতে কি বোঝ? মৌচাকের গঠন কি ব্রাভিসল্যাটিস? ২

(খ) একটি কেলাস-এর সাধারণ একক কোষ (Conventional Unit Cell) ও আদিম একক কোষ (Primitive Unit Cell) এর মধ্যে তফাত গুলো লেখ। ২

(গ) সোডিয়াম ধাতু যখন কেলাস গঠন করে তা একটি দেহ কেন্দ্রিক (BCC structured) একক কোষ হয়। একককোষটির প্রান্তিক দৈর্ঘ্য 4.29×10^{-8} সেমি। সোডিয়াম পরমাণুটির ব্যাস নির্ধারণ কর। ২

(ঘ) 100 ডিগ্রি সেলসিলয়াস তাপমাত্রায় তা ধাতু পৃষ্ঠকেন্দ্রিক (FCC structured) একককোষ গঠন করে। যদি একককোষটির প্রান্তিক দৈর্ঘ্য 3.655 Å হয় তা হলে তা মা ধাতুটির ঘনত্ব নির্ণয় কর। ২

৬। (ক) মিলার সূচকগুলি বলতে কি বোঝ? (hkl), {hkl}, [hkl], * <hkl>, এখানের বন্ধনীগুলো দ্বারা কি বোঝানো হয়েছে? ২

(খ) একটি কেলাস এর কোন একটি সমতল X-অক্ষ বরাবর a দূরে মিলিত হয়, Y-অক্ষ বরাবর b/2 দূরে মিলিত হয়, Z-অক্ষ বরাবর 3c/2 দূরে মিলিত হয়। এখানে a, b এবং c যথাক্রমে X, Y এবং Z অক্ষ বরাবর ল্যাটিস প্যারামিটার। কেলাসটির এই সমতলটির মিলার সূচকগুলি নির্ধারণ কর। ২

(খ) পারস্পরিক ল্যাটিস (Reciprocal Lattice) গঠন বলতে কি বোঝ? পারস্পরিক ল্যাটিস এবং বাস্তব ল্যাটিস (Real Space Lattice) গঠন এর ল্যাটিস প্যারামিটার গুলির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর। ৪

(গ) দেখাও যে পারস্পরিক ল্যাটিস (Reciprocal Lattice) একটি সরল ঘনক কোষ বাস্তব ল্যাটিস (Real Space Lattice) গঠনের একটি সরল ঘনক কোষের মতই হয়। ২

Vidyasagar University

প্র্যাকটিক্যাল

পূর্ণমান ২০

যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ২০×১=২০

১। কিভাবে একটি প্যারামাগনেটিকন দ্রবণের সংবেদনশীলতা পরিমাপ করবে? পরীক্ষামূলক পদ্ধতি (Quinck's Tube Method) বিস্তারিতভাবে আলোচনা কর। ২০

২। ফেরোইলেকট্রিক পদার্থের ক্ষেত্রে P-E হিস্টেরেসিসলুপটি (P-E Hysteresis loop) অধ্যয়ন করার পদ্ধতি আলোচনা কর। ২০

৩। হল সহগ (Hall Coefficient) বলতে কি বোঝ? হল সহগ (Hall Coefficient) নির্ধারণ করার জন্য পরীক্ষামূলক পদ্ধতি বিস্তারিতভাবে বর্তনী চিত্রসহকারে আলোচনা কর। ২০

Vidyasagar University

Or

Digital and Analog Circuits and Instrumentation

[Theory]

Group - A

Answer ***any two*** of the following: 2×15=30

1 a) Write down the differences between digital and analog circuits.

b) Find the decimal equivalent of the binary number 11001101. Also find the binary equivalent of the decimal number 25.

c) Construct an AND gate using diodes and explain its working. 3×5

2 a) What are universal gates? Construct AND, OR, NOT gate using NAND gates only.

b) State and verify using truth tables the De Morgan's theorems.

c) Using two's complement method subtract 10110 from 110110. 3×5

3 a) Briefly discuss the working principle of a solar cell.

b) Draw the output characteristics of a transistor working in CE,CB,CC configurations.

c) Draw and explain a class A amplifier. 3×5

4 a) Write down the characteristics of an ideal OPAMP.

b) What is CMRR? What do you mean by virtual ground?

c) Briefly explain the working principle of a full wave rectifier with a neat circuit diagram. 3×5

Group - B

Answer ***any one*** of the following: 1×10=10

5 a) Draw the circuit diagram of an inverting amplifier using an OPAMP and derive its output voltage and voltage gain.

Vidyasagar University

b) If in the inverting mode of OPAMP, the input resistance is 5 K©, feedback resistance is 10K© and input voltage is 2 volt, then calculate the output voltage of the amplifier. 2×5

6 a) Design and explain a full adder circuit.

b) Simplify the following function using Karnaugh map.

$F(A,B,C)=\Sigma(0,2,3,4)$ 2×5

[Practical]

Answer ***any one*** of the following: 1×20=20

7) Write down the theory and working formula to determine the gain of a non-inverting amplifier using OPAMP- 741. Draw the circuit diagram for this experiment. Discuss the experimental procedure. Draw a typical graph showing the variation of output voltage with input voltage. 20

8) Write down the theory and working formula to investigate the use of OPAMP as a differentiator. Draw the circuit diagram for this experiment. Discuss the experimental procedure. 20

9. Implement AND, OR, NOT and XOR gates using NAND gates. Draw the circuit diagram for this experiment. Discuss the experimental procedure and write down the truth tables of each gate. 20

Vidyasagar University

বঙ্গানুবাদ

থিওরি

পূর্ণমান ৪০

বিভাগ ক

যেকোনো **দুটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ১৫×২=৩০

১। (ক) ডিজিটাল ও অ্যানলগবর্তনীর মধ্যে পার্থক্যগুলি লেখ। ৫

(খ) ১১০০১১০১ এই বাইনারি সংখ্যাটিকে দশমিক (ডেসিম্যাল) সংখ্যায় পরিণত কর এবং ২৫ এই দশটিক সংখ্যাটিকে বাইনারি সংখ্যায় পরিবর্তন কর। ৫

(গ) ডায়োড ব্যবহার করে AND গেট তৈরি কর এবং এটি কিভাবে কাজ করে ব্যাখ্যা কর। ৫

২। (ক) সর্বজনীন (Universal) গেট বলতে কি বোঝ? কেবলমাত্র NAND গেট ব্যবহার করে AND, OR ও NOT গেট গঠন কর। ৫

(খ) ডিমরগ্যানের সূত্র লেখ এবং সত্যতা সারণির (truth table) সহায়তায় সূত্রগুলি যাচাই কর। ৫

(গ) ২-এর পরিপূরক (two's complement) পদ্ধতি ব্যবহার করে ১১০১১০ থেকে ১০১১০ বিয়োগ কর। ৫

৩। (ক) সৌরকোষের কার্যপ্রণালী সংক্ষেপে আলোচনা কর। ৫

(খ) সাধারণ নিঃসারক (CE), সাধারণ ভূমি (CB), সাধারণ সংগ্রাহক (CC) এই তিনটি সংযোগের ক্ষেত্রে ট্রানজিস্টরের আউটপুট বৈশিষ্ট্য লেখচিত্রগুলি অঙ্কর কর। ৫

(গ) "এ" শ্রেণির পরিবর্ধক (বিস্তারক) (Class A amplifier)-এর কার্যপ্রণালীটি চিত্রসহকারে ব্যাখ্যা কর। ৫

৪। (ক) একটি আদর্শ অপঅ্যাম্পে (OPAMP) এর বৈশিষ্ট্য আলোচনা কর। ৫

(খ) CMRR কি? ভার্চুয়াল গ্রাউণ্ড বলতে কি বোঝ? ৫

(গ) পরিষ্কার বর্তনী চিত্রসহযোগে একটি পূর্ণ তরঙ্গ সংশোধকের (Full wave rectifier) কার্যপ্রণালী সংক্ষেপে ব্যাখ্যা কর। ৫

Vidyasagar University

বিভাগ খ

যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ২০×১=২০

৫। (ক) একটি অপঅ্যাম্পে (OPAMP) এর ইনভার্টিং পরিবর্ধকের (Inverting amplifier) বর্তনী চিত্র অঙ্কন করে আউটপুট ভোল্টেজ এবং ভোল্টেজ বিবর্ধনাঙ্ক (গেন) নির্ণয় কর। ৫

(খ) একটি ইনভার্টিংমোডে থাকো অপঅ্যাম্পে যদি ইনপুট রোধ ৫ KΩ ফিডব্যাক রোধ ১০ KΩ এবং ইনপুট ভোল্টেজ ২ ভোল্ট হয়, তাহলে আউটপুট ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৫

৬। (ক) একটি ফুল অ্যাডারবর্তনীকে কেমন হবে দেখাও ও ব্যাখ্যা কর। ৫

(খ) নিচের ফাংশনটিকে K map ব্যবহার করে সরলী করণ কর।

$F(A, B, C) = \sum(0, 2, 3, 4)$. ৫

Vidyasagar University

প্র্যাকটিক্যাল

পূর্ণমান ২০

যেকোনো **একটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ২০×১=২০

১। অপঅ্যাম্পে (OPAMP)-741 ব্যবহার করে একটি নন ইনভার্টিং পরিবর্ধকের (Non inverting amplifier) বিবর্ধনাঙ্ক (গেন) নির্ধারণের জন্য তত্ত্ব এবং কার্যকরী সূত্রটি লেখ। এই পরীক্ষার জন্য সার্কিট চিত্রটি এঁকে দেখাও। পরীক্ষা পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা কর। ইনপুট ভোল্টেজের সাথে আউটপুট ভোল্টেজের প্রকরণটি একটি সাধারণ গ্রাফের মাধ্যমে দেখাও। ২০

২। ডিফারেন্সিয়েটর হিসেবে অপঅ্যাম্পে (OPAMP)-741 কে ব্যবহার করতে হলে প্রয়োজনীয় তত্ত্ব এবং কার্যকরী সূত্রটি লেখ। বর্তনীচিত্র সহযোগে পরীক্ষা পদ্ধতিটি আলোচনা কর। ২০

৯। NAND গেট ব্যবহার করে AND, OR, NOT এবং XOR গেট কিভাবে তৈরি করা যায় দেখাও। প্রয়োজনীয় বর্তনী চিত্র সহযোগে পরীক্ষা পদ্ধতি আলোচনা কর এবং সত্যতা সারণী (truth table) লিখে দেখাও। ২০

Or

Nuclear and Particle Physics

[Theory]

Group - A

Answer ***any four*** of the following: 4×15=60

1. (a) Determine the radii of a ^{16}O and a^{208}Pb nuclei, given that $r_0 = 1.4$ fm.

 (b) Calculate the binding energy of a deuteron nucleus, given that

 $M(^1H) = 1.007825$ u, $M(^1n) = 1.008665$ u, $M(^2H) = 2.014102$ u.

 (c) Explain the Geiger-Nuttall law.

 (d) Mention briefly the processes by which γ-rays interact with matter.

 (e) What are leptons? Write different types of lepton. 3+3+3+3+3

2. (a) Define nuclear binding energy.

 (b) Show graphically the variation of the binding energy per nucleon for different nuclei with mass number.

 (c) Discuss the important features of this curve.

 (d) Explain qualitatively nuclear fusion and fission with the help of this curve.

 2+2+5+6

3. (a) Discuss on the liquid drop model of the nucleus.

 (b) What are the experimental evidences of shell structure in nuclei?

 (c) Discuss on the basic assumptions of the nuclear shell model. 5+6+4

4. (a) Discuss on the nature of the nuclear force.

 (b) Find an expression for α-disintegration energy.

Vidyasagar University

(c) Explain the processes: β^- decay, β^+ decay, electron capture. 4+5+6

5. (a) Derive Rutherford's scattering formula.

(b) Calculate the distance of closest approach to a gold nucleus (Z = 79) of α-particles of kinetic energy 7.68 MeV. 12+3

6. (a) Briefly describe a Geiger-Müller counter and explain its basic operation.

(b) Discuss on the Bohr's Compound Nucleus hypothesis. (4+5)+6

7. (a) Describe and discuss the basic principle of a cyclotron.

(b) Find an expression for maximum kinetic energy of the particles when they leave the cyclotron. (5+5)+5

8. (a) What are the different types of fundamental interaction? Write down the relative strength, range, characteristic time and intermediate particles (mediators) for these interactions.

(b) Write a short note on Quark model.

(c) Using the law of conservation of lepton numbers, find which one of the following reactions is possible:

(i) $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \mu_v$ (ii) $\pi^+ \rightarrow e^+ + \gamma (2+4)+5+4$ (2+4)+5+4

Vidyasagar University

বঙ্গানুবাদ

পূর্ণমান ৬০

যেকোনো **চারটি** প্রশ্নের উত্তর দাও ১৫×৪=৬০

১। (ক) একটি ^{16}O এবং একটি ^{208}Pb নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর যখন $r_0 = 1.4\ fm$ ।

(খ) একটি ডায়টেরন নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর যখন

$M(^1H) = 1.007825$ u, $M(^1n) = 1.008665$ u, $M(^2H) = 2.014102$ u.

(গ) Geiger-Nuttall সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) γ রশ্মি যে সব পদ্ধতিতে পদার্থের সঙ্গে ক্রিয়া করে সেগুলি সংক্ষেপে লেখ।

(ঙ) লেপটন কি? বিভিন্ন ধরনের লেপটন গুলি লেখ। ৩×৫

২। (ক) নিউক্লিয় বন্ধন শক্তির সংজ্ঞা দাও।

(খ) বিভিন্ন নিউক্লিয়াসের ভরসংখ্যা এবং নিউক্লিয় কণা প্রতি বন্ধন শক্তির মধ্যে লেখচিত্র অঙ্কন কর।

(গ) এই লেখচিত্রের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলি আলোচনা কর।

(ঘ) এই লেখচিত্রের সাহায্যে নিউক্লিয় সংযোজন ও নিউক্লিয় বিয়োজন ঘটনা দুটিকে গুণগতভাবে ব্যাখ্যা কর। ২+২+৫+৬

৩। (ক) নিউক্লিয়াসের তরল বিন্দু প্রতিরূপ সম্বন্ধে আলোচেনা কর।

(খ) নিউক্লিয়াসের খোলক গঠন সম্পর্কে পরীক্ষালব্ধ প্রমাণগুলি কি কি?

(গ) নিউক্লিয়ারসের খোলক প্রতিরূপের মূলতত্ত্ব আলোচনা কর। ৫+৬+৪

৪। (ক) নিউক্লিয় বলের প্রকৃতি সম্বন্ধে আলোচনা কর।

(খ) α-বিঘটনের শক্তির রাশিমালা নির্ণয় কর।

(গ) ব্যাখ্যা কর β^- বিঘটন, β^+ বিঘটন, ইলেক্ট্রন ক্যাপচার। ৪+৫+৬

৫। (ক) রাদারফোর্ডের বিক্ষেপন সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর।

(খ) একটি গোল্ড নিউক্লিয়াসের $(z = 79)$ সহিত 7.68 MeV গতিশক্তির α-কণার নিকটতম দূরত্ব নির্ণয় কর। ১২+৩

৬। (ক) Geiger-Müller যন্ত্রেণ বর্ণনা দাও এবং এর কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা কর।

(খ) বোরের যৌগ নিউক্লিয়াসের প্রকল্প সম্বন্ধে আলোচনা কর। ৪+৬

৭। (ক) একটি সাইক্লোট্রন যন্ত্রের বর্ণনা দাও ও মূলনীতি আলোচনা কর।

(খ) সাইক্লোট্রন থেকে নির্গত কণার সর্বোচ্চ গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় কর। ৫+৫+৫

Vidyasagar University

৮। (ক) বিভিন্ন ধরনের মৌলিক বলগুলি কি কি? এই মৌলিক বলগুলির আপেক্ষিক শক্তি, ব্যাপ্তি, বৈশিষ্ট্যমূলক সময় ও বাহক কণা উল্লেখ কর ।

(খ) কোয়ার্ক প্রতিরূপের ওপর সংক্ষিপ্ত টীকা লেখ।

(গ) লেপটন সংখ্যার সংরক্ষণ নীতি অনুযায়ী নিম্নলিখিত কোন বিক্রিয়াটি সম্ভব?

(i) $\pi^+ \to \mu^+ + \mu_\nu$ (ii) $\pi^+ \to e^+ + \gamma (2+4)+5+4$ ২+৪+৫+৪

Vidyasagar University