

ASME-23B-PHY-II
PHYSICS (PAPER-II)
भौतिक विज्ञान (पेपर-2)

Time Allowed : 3 Hours
निर्धारित समय : 3 घंटे

[Maximum Marks : 100
अधिकतम अंक : 100

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

प्रश्न पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

Please read each of the following instructions carefully before attempting questions.

उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़ें ।

1. This question paper contains ten questions in five **Sections**. Attempt one question from each Section.
इस प्रश्न पत्र में पाँच खंडों में दस प्रश्न हैं । प्रत्येक खण्ड से एक प्रश्न का उत्तर दीजिए ।
2. Each questions carries equal marks. Marks are divided and indicated against each part of the question. Write answer in legible handwriting.
सभी प्रश्नों के समान अंक हैं । प्रत्येक प्रश्न / भाग के नियत अंक उसके सामने दिए गए है ।
3. Write answers in legible handwriting.
सुपाठ्य लिखावट में उत्तर लिखिए ।
4. Each part of the question must be answered in sequence and in the same continuation.
प्रश्न के भाग का उत्तर उसी क्रम में दिया जाना चाहिए ।
5. Attempts of the questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in answer book must be clearly struck off.
प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी । आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा नहीं गया हो । खाली छोड़ें गए कोई भी पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पर्णतः काट दीजिए ।
6. Use of log table is permitted.
लॉग टेबल के उपयोग की अनुमति है ।
7. Re-evaluation/ re-checking of answer book of the candidate is not allowed.
उम्मीदवार की उत्तरपुस्तिका का पुनर्मूल्यांकन / पुनः जाँच की अनुमति नहीं है ।

SECTION-I

1. (a) Consider that the vector potential is given by 10

$$\vec{A} = 5 \cos(\pi y) \hat{i} + [2 + \sin(\pi x)] \hat{j}$$

and is defined in a region R. If L be a square loop of wire in X-Y plane with coordinate (0,0), (0,0.5), (0.5, 0.5) and (0.5,0), and it entirely lies in the region R.

Calculate the magnitude of the flux of magnetic field passing through L.

मान लें कि वेक्टर विभव, $\vec{A} = 5 \cos(\pi y) \hat{i} + [2 + \sin(\pi x)] \hat{j}$ द्वारा दिया गया है और एक क्षेत्र R में सुनिश्चित है। यदि (0,0), (0,0.5), (0.5, 0.5) and (0.5,0) निर्देशांक वाले X-Y तल में तार के वर्गाकार लूप L है और यह पूर्ण रूप से R क्षेत्र में स्थित है। L से होकर गुजरने वाले चुंबकीय क्षेत्र के अभिवाह के परिमाण का आंकलन कीजिए।

- (b) What is magnetic susceptibility? Explain the diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic material based on magnetic susceptibility. Draw the magnetic hysteresis for ferromagnetic material and explain it. 10

चुंबकीय सग्राह्यता क्या है। चुंबकीय सग्राह्यता के आधार पर प्रति चुंबकीय, अनुचुम्बकीय और लोह चुम्बकीय पदार्थ की व्याख्या कीजिए। लोह चुम्बकीय पदार्थ के लिए चुंबकीय शैथिल्य को चित्रित कीजिए और इसे समझाइये।

2. (a) Consider two concentric sphere of radii a and b , where $a < b$. The space between the sphere is filled uniformly with total charge Q . Find the electric field at any point between the two spheres at a distance r from the centre. 10

मान ले कि a और b त्रिज्याओं वाले दो सकेन्द्रित वृत्त हैं, जहाँ $a < b$ है। वृत्त के बीच का स्थान कुल आवेश Q से एक समान रूप में भरा है। केंद्र से r दूरी पर दो वृत्तों के बीच किसी भी बिन्दु पर वैद्युत क्षेत्र ज्ञात कीजिए।

- (b) In a non-conducting medium characterized by $\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0$ and conductivity $\sigma = 0$, the electric field (in V/m) is $\vec{E} = 30 \sin(10^5 t - kz)\hat{j}$. Find the magnetic field \vec{H} . 10

$\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0$ और चालकता $\sigma = 0$, वैद्युत क्षेत्र (V/m में) $\vec{E} = 30 \sin(10^5 t - kz)\hat{j}$ वाला एक अचालक माध्यम है। चुंबकीय क्षेत्र \vec{H} ज्ञात कीजिए।

SECTION-II

3. (a) The wave function of a particle confined in one-dimensional box of length L with rigid wall is given by 10

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right), \text{ where } n=1, 2, 3 \dots$$

Find the expression of energy Eigen value from the solution of Schrodinger wave equation. Also determine the energy of state corresponds to $n=3$ having $L=0.5$ nm.

कठोर दीवार एवं L लंबाई वाले एक-आयामी बॉक्स में स्थित एक कण का तरंग फलन इस प्रकार

दिया है:
$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right), \text{ where } n=1, 2, 3 \dots \text{ है}$$

श्रोडिंगर तरंग समीकरण के साधन से ऊर्जा आइनमान की व्यंजना बताइये और $L=0.5$ nm. वाले $n=3$ के तदनु रूप ऊर्जा अवस्था का भी निर्धारण कीजिए।

- (b) (b) In Compton scattering (non-relativistic case only) of photon, calculate 10 the expression for the maximum kinetic energy of the recoil electron.

फोटॉन के क्रॉम्पटन छितरण (केवल गैर आपेक्षिकीय स्थिति) में प्रतिक्षिप्ति इलेक्ट्रॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा के लिए व्यंजन का आँकलन कीजिए।

4. (a) Explain the Zeeman Effect for weak and strong magnetic fields. Draw a level diagram for the transitions permitted from ${}^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$ in the presence of a weak magnetic field. 10

कमजोर और शक्तिशाली चुंबकीय क्षेत्र के लिए जीनम प्रभाव की व्याख्या कीजिए। एक कमजोर चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में ${}^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$ से अनुमत ट्रांजिशनों के लिए एक लेवल चित्र भी बनाइये।

- (b) The emission wavelength for a transition ${}^1D_2 \rightarrow {}^1F_3$ is 4803 Å. Calculate the ratio of populations of the final to initial state at a temperature of 3000 K. 10

एक ट्रांजिशन ${}^1D_2 \rightarrow {}^1F_3$ के लिए उत्सर्जन तरंग दैर्घ्य 4803 Å है। अंतिम अवस्था से प्रारम्भिक अवस्था की समिष्ट के अनुपात का, 3000 K के तापमान पर, आंकलन कीजिए।

SECTION-III

5. (a) Derive an expression of the Coulomb energy term used in semi-empirical mass formula. Calculate the disintegration energy of mirror nuclei in (${}^{11}\text{B}$, ${}^{11}\text{C}$), (${}^{15}\text{N}$, ${}^{15}\text{O}$) and (${}^{41}\text{Ca}$, ${}^{41}\text{Sc}$). Plot the calculated values as function of the mass number (A) and comment on its behavior of the plot. 10

एक अर्धप्रयोगसिद्ध द्रव्यमान सूत्र में प्रयुक्त कूलम्ब ऊर्जा टर्म की व्यंजना प्राप्त कीजिए तथा (${}^{11}\text{B}$, ${}^{11}\text{C}$), (${}^{15}\text{N}$, ${}^{15}\text{O}$) और (${}^{41}\text{Ca}$, ${}^{41}\text{Sc}$) में दर्पण नाभिक की विघटन ऊर्जा का आंकलन कीजिए। द्रव्यमान संख्या (A) के फलन के रूप में आंकलित मान को आलेखित कीजिए और इसका आलेखी के व्यवहार पर टिप्पणी कीजिए।

- (b) Calculate the recoil energy and recoil velocity of ${}^{222}\text{Rn}$ produced by the alpha decay of ${}^{226}\text{Ra}$. [The atomic masses: $m({}^{226}\text{Ra})=226.025432$ a.m.u, $m({}^{226}\text{Ra})=222.017604$ and $m({}^4\text{He})=4.002603$ a.m.u] 10

^{226}Ra के अल्फा क्षय द्वारा उत्पादित ^{222}Rn की प्रतिक्षेय ऊर्जा और प्रतिक्षेय वेग का आंकलन कीजिए । [परमाणु द्रव्यमान: $m(^{226}\text{Ra})=226.025432$ a.m.u, $m(^{222}\text{Rn})=222.017604$ और $m(^4\text{He})=4.002603$ a.m.u]

6. (a) Explain the idea of strangeness and the conservation of strangeness for elementary particles. What is the effect of non-conservation of strangeness? Draw the Weight diagram for a meson octet. 10

मूल तत्वों के लिए विचित्रता की धारण और विचित्रता के संरक्षण की व्याख्या कीजिए । विचित्रता के गैर संरक्षण का क्या प्रभाव पड़ता है, एक मेसॉन आक्टेट के लिए भार चित्र को आरेखित कीजिए ।

- (b) Calculate the pulse height of a proportional counter in which 100 keV electron gives all its energy to the gas. The gas multiplication factor is 500, the capacitance is 200 pF, and energy required to produce an ion-pair is 35 eV. 10

उस आनुपतिक काउन्टर की स्पंद ऊंचाई का आंकलन कीजिए जिसमें 100 keV इलेक्ट्रॉन अपनी सम्पूर्ण ऊर्जा गैस को देते हैं । गैस का गुणन कारक 500 है धारिता 200 pf है और एक आयन युग्म के उत्पादन के लिए आवश्यक ऊर्जा 35 eV है ।

SECTION-IV

7. (a) What is atomic scattering Factor? Prove that the total scattering amplitude is equal to the product of the atomic scattering factor and geometrical structure factor. 10

परमाणु प्रकीर्णन गुणक क्या है । यह सिद्ध कीजिए कि कुल प्रकीर्णन आयाम, परमाणु प्रकीर्णन गुणक और ज्यामितीय संरचना गुणांक के उत्पाद के बराबर है ।

- (b) Find the Fermi energy and average energy per electron of two-dimensional electron gas with $n=10^{16}$ per cm^2 . 10

$n=10^{16}$ प्रति cm^2 वाले दो आयामी इलेक्ट्रॉन गैस की फर्मी ऊर्जा और औसत ऊर्जा प्रति इलेक्ट्रॉन ज्ञात कीजिए।

8. (a) Derive the dispersion relation for a monoatomic linear chain of atoms. 10
Draw the graph between ω and k , considering the vibrational motion of the lattice.

परमाणुओं की एक परमाणुक रेखीय श्रृंखला के लिए फैलाव संबंध का निष्पादन कीजिए। यह मानते हुए कि लैटिस कंपन की गति है, ω and k के बीच एक ग्राफ आरेकित कीजिए।

- (b) Assuming that relaxation times are proportional to $T^{-3/2}$, the electrical 10
conductivity of an intrinsic semiconductor is given by

$$\ln\sigma_i = \ln A + \frac{B}{T}.$$

Find the expression of A and B , and determine the numerical value of B for Silicon (Si).

यह मानते हुए कि विश्राम समय, $T^{-3/2}$ के आनुपातिक है एक आंतरिक अर्द्धचालक की वैद्युत चालकता

$$\ln\sigma_i = \ln A + \frac{B}{T}. \text{ द्वारा दि जाती है।}$$

A और B की व्यंजता ज्ञात कीजिए और सिलिकॉन (Si) के लिए B का अंकिक मूल्य गीत कीजिए।

SECTION-V

9. (a) A Si sample (0.1 cm long and $100 \mu\text{m}^2$ cross-sectional area) is doped 10
with 10^{17} Arsenic(As) atom per cm^3 . What is the equilibrium concentration of holes at 300 K? Draw the resulting band diagram.

Also, find the current with 10 V applied assuming the Ohmic regime.

[Given at 300 K, $n_i = 1.5 \times 10^{10}$ atom per cm^3 and $\mu_n = 500 \text{ cm}^2/\text{V-sec.}$]

एक Si नमूने (0.1 cm लंबा और $100 \mu\text{m}^2$ अनुप्रस्थ काट क्षेत्र) को 10^{17} आर्सेनिक (As) परमाणु प्रति cm^3 के साथ अपमिश्रित किया गया। 300 K पर छिद्रों का साम्य

सांद्रण क्या है। परिणामी बैंड आरेख को चित्रित कीजिए। ओम नियम को मानते हुए, प्रयुक्त 10V के साथ धारा भी ज्ञात कीजिए।

[300 K पर दिया है $n_i = 1.5 \times 10^{10}$ atom per cm^3 और $\mu_n = 500 \text{ cm}^2/\text{V-sec.}$]

- (b) (b) Explain the fundamentals of Bipolar Junction Transistor (BJT) operation. Write down the process adopted to make a double polysilicon, self-aligned n-p-n Si BJT. 10

द्वि ध्रुवी जंक्शन ट्रांजिस्टर की मौलिकता की व्याख्या कीजिए। एक डबल पॉलीसिलिकॉन, स्व अनुयोजित n-p-n Si BJT के निर्माण की प्रक्रिया के विषय में लिखिए।

10. (a) Write down a statement for the DeMorgan law of a NOR gate and represents its DeMorgan 's equivalence. Also, explain the universal property of the NOR gate. 10

एक NOR गेट के डिमॉर्गन नियम के लिए विवरण दीजिए और इसकी डिमॉर्गन समतुल्यता को निरूपित कीजिए। NOR गेट के सार्वत्रिक गुण की भी व्याख्या कीजिए।

- (b) What are light-emitting diode and Schottky diode? For a 12 V zener, a 15 mA change in I_z produce a 0.3 V change in V_z . Calculate the minimum and maximum terminal voltage over a range of I_z from 5 mA to 30 mA. 10

प्रकाश उत्सर्जन डायोड और स्काटके डायोड क्या हैं? एक 12 V जेनर के लिए I_z में 15 mA का परिवर्तन, V_z में 0.3 V परिवर्तन लाता है। 5 mA से 30 mA तक I_z के परास पर न्यूनतम और अधिकतम वोल्टता का आँकलन कीजिए।
