HAS (mains) - 2021

This question paper contains 8 printed pages]

ASME-21-PHYS–(II)

Roll Number

PHYSICS (PAPER-II)

फिजिक्स (पेपर-II)

Time Allowed : 3 Hours] [Maximum Marks : 100

निर्धारित समय : 3 घंटे] [अधिकतम अंक : 100

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

प्रश्न पत्र सम्बन्धी 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 प्रश्नपत्र में पाँच खंडों में दस प्रश्न हैं। प्रत्येक अनुभाग से **एक** प्रश्न का उत्तर दीजिये।

2. Each question carries equal marks. Marks are divided and indicated against each part of the question. Write answer in legible handwriting. Each part of the question must be answered in sequence and in the same continuation.

   प्रत्येक प्रश्न के समान अंक हैं। प्रश्न के अंकों को विभाजित कर प्रश्न के प्रत्येक भाग के सामने इंगित किया गया है। उत्तर स्पष्ट लिखावट में लिखें। प्रश्न के प्रत्येक भाग का उत्तर उसी क्रम में दिया जाना चाहिए।

3. Attempts of 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। यदि काटा नहीं है, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशत: दिया गया हो। उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

4. Use of Log table is permitted. Re-evaluation/Re-checking of answer book is not allowed.

   लॉग टेबल के उपयोग की अनुमति है। उत्तरपुस्तिका के पुनर्मूल्यांकन/पुन: जाँच की अनुमति नहीं है।

Section I

(खण्ड I)

1. (*a*) State Biot-Savart law and Ampere's law. Calculate the magnetic induction at a distance '*d*' from an infinitely long straight wire in which a current 'I' flows using : 10

(*i*) Biot-Savart law, and

(*ii*) Ampere's law.

बायो-सावर्ट के नियम और एम्पीयर के नियम का वर्णन कीजिए। एक असीम रूप से लंबे सीधे तार से एक दूरी '*d*' पर चुंबकीय प्रेरण की गणना करें जिसमें एक विद्युत प्रवाह 'I' का उपयोग करके :

(*i*) बायो-सावर्ट के नियम, और

(*ii*) एम्पीयर के नियम का उपयोग किया जाता है।

(*b*) Show that the following potentials satisfy Laplace equation : 10

(*i*) $V = e^{-5x} \cos 13y \sinh 12z$

(*ii*) $V = \frac{z \cos \phi}{\rho}$.

दिखाइए कि निम्नलिखित क्षमता लाप्लास समीकरण को संतुष्ट करती है :

(*i*) $V = e^{-5x} \cos 13y \sinh 12z$

(*ii*) $V = \frac{z \cos \phi}{\rho}$ ।

2. (*a*) State Gauss's law and express this law in both integral and differential forms. Show that Gauss's law and Laplace-Poisson's equation are just the mathematical expression for the same. 10

गॉस के नियम का वर्णन कीजिए और इस नियम को समाकलन और अवकलन दोनों रूपों में व्यक्त कीजिए। दिखाइए कि गॉस का नियम और लाप्लास-प्वासों का समीकरण उसी के लिए गणितीय अभिव्यक्ति हैं।

(*b*) In a uniform magnetic field of 6.5×10^{-4} T is maintained. An electron is shot into the field with a speed of 4.8×10^{6} ms^{-1} normal to the field. Determine the radius of the circular orbit of electron

($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg). 10

6.5×10^{-4} T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में बनाए रखा जाता है। एक इलेक्ट्रॉन को क्षेत्र में 4.8×10^{6} मी$^{-1}$ की गति के साथ क्षेत्र में प्रहार दी जाती है। इलेक्ट्रॉन की परिपत्र कक्षा की त्रिज्या निर्धारित करें

($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ किलोग्राम)।

Section II

(खण्ड II)

3. (*a*) Formulate the Schrödinger's equation for a linear harmonic oscillator and solve it to obtain its Eigen values and Eigen function. 10

एक रैखिक हार्मोनिक ऑसिलेटर के लिए श्रोडिंगर के समीकरण को तैयार करें और इसके आइगेन मानों और आइगेन फलन को प्राप्त करने के लिए इसे हल करें।

(*b*) The lifetime of an excited state of an atom is about 10^{-8} sec. Calculate the minimum uncertainty in the determination the energy of the excited state. 10

एक परमाणु की एक उत्तेजित स्थिति का जीवनकाल लगभग 10^{-8} सेकंड है। उत्तेजित स्थिति की ऊर्जा के निर्धारण में न्यूनतम अनिश्चितता की गणना कीजिए।

4. (*a*) Discuss Stark effect and show that the first order Stark effect for the ground state of hydrogen is zero. 10

स्टार्क प्रभाव पर चर्चा कीजिए और दिखाइए कि हाइड्रोजन की निम्नतम अवस्था के लिए प्रथम अनुक्रम स्टार्क प्रभाव शून्य है।

(*b*) A substance shows a Raman line at 4567 Å when exciting line 4358 Å is used. Deduce the positions of Stokes and anti-Stokes lines for the same substance when exciting line 4047 Å is used. 10

एक पदार्थ 4567 Å पर एक रमन रेखा दिखाता है जब उत्तेजक रेखा 4358 Å का उपयोग किया जाता है। जब उत्तेजक रेखा 4047 Å का उपयोग किया जाता है, तो एक ही पदार्थ के लिए स्टोक्स और एंटी-स्टोक्स रेखा को प्राप्त कीजिए।

Section III

(खण्ड III)

5. (*a*) Explain each terms of semi-empirical mass formula and state its limitations. Show that an odd mass nucleus can emit β^+ or β^- but an even mass nucleus can emit both. 10

अर्ध-आनुभविक द्रव्यमान सूत्र की प्रत्येक शर्त को समझाइए और इसकी सीमाओं को बताइए। दिखाइए कि एक विषम द्रव्यमान नाभिक β^+ या β^- का उत्सर्जन कर सकता है लेकिन एक सम द्रव्यमान नाभिक दोनों का उत्सर्जन कर सकता है।

(b) 1 gram of Radium is reduced by 2.1 mg in 50 years by α decay. Calculate the half-life period of Radium. 10

1 ग्राम रेडियम α क्षय द्वारा 50 वर्षों में 2.1 मिलीग्राम कम हो जाता है। रेडियम के आधे जीवन की अवधि की गणना कीजिए।

6. (a) Discuss the various types of interactions between elementary particles giving their characteristics, coupling constants and lifetime. Compare the four fundamental interaction. 10

प्राथमिक कणों के बीच विभिन्न प्रकार की अंत:क्रिया पर चर्चा कीजिए, जो उनकी विशेषताओं, युग्मन स्थिरांक और जीवनकाल दे रहे हैं। चार मौलिक अंत:क्रिया की तुलना कीजिए।

(b) A deuterium reaction that occurs in experimental fusion reactor is H^2(d, P) H^3 followed by H^3 (d, n) He^4. Calculate the energy release in each of these. 10

एक ड्यूटेरियम प्रतिक्रिया जो प्रयोगात्मक संलयन रिएक्टर में होती है, H^2(d, P) H^3 के बाद H^3 (d, n) He^4 है। इनमें से प्रत्येक में मुक्त (रिलीज) ऊर्जा की गणना कीजिए।

Section IV

(खण्ड IV)

7. (a) Show that the reciprocal lattice of a simple cubic lattice is another simple cubic lattice. Hence deduce the first Brillouin zone of the simple cubic crystal lattice. 10

दिखाइए कि एक साधारण घनाकार जालक का रेसिप्रोकाल जालक एक और सरल घनाकार जालक है। इसलिए साधारण घनाकार क्रिस्टल जालक के पहले ब्रिलॉइन जोन को प्राप्त कीजिए।

(*b*) NaCl crystals have FCC structure. The density of sodium chloride is 2180 kg m^{-3}. Calculate the distance between two adjacent atoms. (Atomic weight of Sodium = 23 and Chlorine = 35.5) 10

NaCl क्रिस्टल में FCC संरचना है। सोडियम क्लोराइड का घनत्व 2180 किलोग्राम मी$^{-3}$ है। दो आसन्न परमाणुओं के बीच की दूरी की गणना कीजिए। (सोडियम का परमाणु वजन = 23 और क्लोरीन = 35.5)

8. (*a*) Using Einstein Model, derive the expression for the specific heat of a solid. Discuss its merits and demerits. 10

आइन्स्टीन मॉडल का उपयोग करते हुए, इस ठोस की विशिष्ट ऊष्मा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। इसकी खूबियों और अवगुणों पर चर्चा कीजिए।

(*b*) Find the Fermi energy in Copper on the assumption that each Copper atom contributes one free electron to the electron gas. The density of Copper is 8.94×10^3 kg m^{-3} and its atomic mass is 63.54. 10

इस धारणा पर ताँबे में फर्मी ऊर्जा का पता लगाइए कि प्रत्येक ताँबा परमाणु इलेक्ट्रॉन गैस में एक मुक्त इलेक्ट्रॉन का योगदान देता है। ताँबे का घनत्व 8.94×10^3 किलोग्राम मी$^{-3}$ है और इसका परमाणु द्रव्यमान 63.54 है।

Section V

(खण्ड V)

9. (*a*) Draw the energy band diagram of an open circuited p-n junction. Explain the following terms with reference to a p-n junction : uncovered charges, barrier field, depletion region, potential barrier and barrier energy. 10

एक खुले परिचालित p-n जंक्शन के ऊर्जा बैंड आरेख को बनाइए। एक p-n जंक्शन के संदर्भ में निम्नलिखित शब्दों को समझाइए : खुला आवेश, बाधा क्षेत्र, रिक्तिकरण क्षेत्र, विभव बाधा और बाधा ऊर्जा।

(*b*) An npn transistor with $\alpha = 0.98$ is operated in the CB configuration. If the emitter current is 3 mA and the reverse saturation current is $I_{CO} = 10\ \mu A$, what are the base current and the collector current ? 10

$\alpha = 0.98$ के साथ एक npn ट्रांजिस्टर CB कॉन्फिगरेशन में संचालित होता है। यदि एमिटर धारा 3 mA है और रिवर्स संतृप्ति धारा $I_{CO} = 10\ \mu A$ है, तो आधार धारा और कलेक्टर धारा क्या हैं ?

10. (*a*) Verify the following Boolean identities : 10

(*i*) $A + \bar{A}B = A + B$

(*ii*) $\overline{\overline{A} + B} + \overline{\overline{A} + \overline{B}} = A$.

निम्नलिखित बूलियन समरूपता को सत्यापित कीजिए :

(*i*) $A + \bar{A}B = A + B$

(*ii*) $\overline{\overline{A} + B} + \overline{\overline{A} + \overline{B}} = A$

(*b*) What are the Barkhausen criterion ? State the basic conditions for oscillations in a feedback amplifier. What are primary requirements to obtain steady oscillations at a fixed frequency ? 10

बार्कहाउजेन मानदंड क्या हैं ? एक प्रतिक्रिया प्रवर्धक में दोलनों के लिए बुनियादी शर्तों को बताइए। एक निश्चित आवृत्ति पर स्थिर दोलनों को प्राप्त करने के लिए प्राथमिक आवश्यकताएँ क्या हैं ?