

2022
Physics
भौतिक विज्ञान

Time: 3 hours

समय: 3 घंटे

Maximum Marks: 200

अधिकतम अंक: 200

Question paper specific instructions

प्रश्न पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

- i. This paper is divided into two Sections, Section-A and Section-B.
ये प्रश्नपत्र दो खंडों में विभाजित है, खंड-A और खंड-B
- ii. Each Section contains four (4) questions.
प्रत्येक खंड में चार प्रश्न हैं।
- iii. Candidate has to attempt five questions in all.
परीक्षार्थी को पांच प्रश्नों का उत्तर लिखना है।
- iv. Question Nos. 1 and 5 are compulsory and out of the remaining, **THREE** questions are to be attempted choosing at least **ONE** question from each Section.
प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं और शेष प्रश्नों में से किन्हीं तीन का उत्तर लिखना है, प्रत्येक खंड से एक प्रश्न को हल करना है।
- v. Word limit in questions, where specified, should be adhered to.
प्रश्नों में शब्द सीमा, जहाँ विनिर्दिष्ट है, का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- vi. The number of marks carried by a question/part is indicated against it.
प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।
- vii. Questions are printed in English & Hindi languages. In case of any ambiguity in translation of any question, English version shall be treated as final.
प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में छपा है। प्रश्नों के अनुवाद में किसी अस्पष्टता की स्थिति में, अंग्रेजी संस्करण को ही अन्तिम माना जाएगा।

SECTION A (पार्ट A)

Q-1 Write answers of the following questions in about 150 words each.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 150 शब्दों में लिखिए

- 1(a) Write and explain Hooke's law. Define Modulus of Elasticity. Discuss an experiment to verify Hooke's law. (8)
हुक का नियम लिखिए और समझाइए प्रत्यास्थता गुणांक को परिभाषित कीजिए हुक के नियम को सत्यापित करने के लिए एक प्रयोग की चर्चा कीजिए
- 1(b) Explain interference of light. Discuss Young's experiment to establish phenomenon of interference of light. What is meant by coherence sources? (8)
प्रकाश के व्यतिकरण को समझाइए प्रकाश के व्यतिकरण घटना को स्थापित करने के लिए यंग के प्रयोग की विवेचना कीजिए सुसंगत स्रोतों क्या हैं?
- 1(c) Explain the self-induction of a coil? Discuss Faraday's laws of electromagnetic induction. State its applications. (8)
कुण्डली के स्वप्रेरण को समझाइए फैराडे के विद्युत चुंबकीय प्रेरण के नियमों की विवेचना कीजिए इसके अनुप्रयोग लिखिए
- 1(d) Distinguish between isothermal and adiabatic processes. Write two examples of an adiabatic change. (8)
समतापी और रुद्धोष्म प्रक्रियाओं के बीच में मतभेद लिखिए रुद्धोष्म परिवर्तन के दो उदाहरण लिखिए
- 1(e) State and prove Poynting theorem. Explain the term "Poynting vector". (8)
पॉयंटिंग प्रमेय को लिखिए और साबित करें। पॉयंटिंग सदिश शब्द की व्याख्या करें।

Q-2 Write answers of the following questions.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 2(a) Describe the Michelson Morley experiment with necessary diagram and explain the physical significance of the negative results. (10)
माइकलसन मॉर्ले प्रयोग का आवश्यक चित्र सहित वर्णन करें तथा नकारात्मक परिणामों का भौतिक महत्व समझाएँ
- 2(b) If a rigid body, with one point fixed, rotates with an angular velocity $\vec{\omega}$ and has an angular momentum $\vec{L}$, show that the kinetic energy is $\frac{1}{2} \vec{L} \cdot \vec{\omega}$. Derive Euler's equation of motion of a rigid body with a fixed point. (15)
एक दृढ़ पिंड, जिसका एक बिंदु स्थिर है, कोणीय वेग $\vec{\omega}$ से घूमता है और कोणीय संवेग $\vec{L}$ है, तो दर्शाइए कि गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2} \vec{L} \cdot \vec{\omega}$ है। एक निश्चित बिंदु के साथ दृढ़ पिंड की गति के यूलर के समीकरण को व्युत्पन्न करें।

- 2(c) Explain Huygens principle of wave propagation and apply it to prove the laws of reflection and refraction of a plane wave at a plane surface. What is a wave front? हाइजेन्स के तरंग प्रसार के सिद्धांत की व्याख्या करें और इसे समतल सतह पर समतल तरंगों के परावर्तन और अपवर्तन के नियमों को साबित करने के लिए लागू करें। तरंग आगे क्या है? (15)

Q-3 Write answers of the following questions.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 3(a) State and prove Kepler's laws of planetary motion. ग्रहों की गति के बारे में केप्लर के नियम बताएं और सिद्ध करें। (10)

- 3(b) What are the Einstein's coefficients in quantum theory of radiation? Establish the relation between them. Using this relation, find the coefficient for stimulated emission. Consider a wavelength of $7000\text{\AA}$ in cavity radiation. The coefficient of spontaneous emission for this wave length is 10^7 s^{-1} . विकिरण के क्वांटम सिद्धांत में आइंस्टीन के गुणांक क्या हैं? उनके बीच का संबंध स्थापित करें। इस संबंध का प्रयोग करते हुए उद्दीपित उत्सर्जन के लिए गुणांक ज्ञात कीजिए। गुहा विकिरण की तरंग दैर्घ्य $7000\text{\AA}$ लीजिए। इस तरंगदैर्घ्य के लिए सहज उत्सर्जन गुणांक 10^7 s^{-1} है। (15)

- 3(c) Define an electric dipole. Derive the general expression for the potential due to it at any point. It is said that the separation between the two charges forming an electric dipole should be small. Small associated to what? विद्युत द्विध्रुव को परिभाषित कीजिए। किसी भी बिंदु पर इसके कारण संभावित विभव के लिए सामान्य समीकरण प्राप्त करें। ऐसा कहा जाता है कि विद्युत द्विध्रुव बाने वाले दो आवेशों के बीच की दूरी कम होनी चाहिए। यहाँ कम किससे संबंधित है? (15)

Q-4 Write answers of the following questions.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 4(a) For Maxwell-Boltzmann energy distribution, obtain expressions for the energy distribution law, average energy, total internal energy and specific heat at constant volume of the gas. मैक्सवेल-बोल्ट्जमैन ऊर्जा वितरण के लिए, गैस के स्थिर आयतन पर ऊर्जा वितरण नियम, औसत ऊर्जा, कुल आंतरिक ऊर्जा और विशिष्ट ऊष्मा के लिए समीकरण प्राप्त करें। (10)
- 4(b) What is diffraction of light? How many types of diffraction are there? Distinguish between Fresnel and Fraunhofer class of diffraction. Also differentiate and define dispersive and resolving power of grating. प्रकाश का विवर्तन क्या है? यह कितने प्रकार का होता है? विवर्तन को फ्रेस्नेल और फ्राउनहोफर वर्ग में विभेदित करें। ग्रेटिंग की परिक्षेपी और विभेदन शक्ति को विभेदित एवं परिभाषित करें। (15)
- 4(c) What is a transformer? What are its types? Explain its working. Discuss various types of power losses in it. How one can design step-up and step-down transformers? ट्रांसफॉर्मर क्या है? यह कितने प्रकार के होते हैं? इसकी कार्यप्रणाली समझाइए। इसमें विभिन्न प्रकार की शक्ति हानियाँ पर चर्चा करें। स्टेप अप और स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर की रचना कैसे करेंगे? (15)

SECTION B (खंड B)

Q-5 Write answers of the following questions in about 150 words each.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 150 शब्दों में लिखिए।

- 5(a) State and explain Heisenberg's uncertainty principle. (8)
 हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत को बताएं और समझाएं।

- 5(b) Find the speed and kinetic energy of a neutron with de Broglie wavelength $\lambda = 0.200$ nm. Compare this energy with the average translational kinetic energy of an ideal gas molecule at room temperature, $T = 20^\circ\text{C} = 293$ K. (8)

Mass of neutron = 1.675×10^{-27} kg

Planck's Constant = $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J.s

Boltzmann Constant = $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ JK⁻¹

न्यूट्रॉन की डी ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य 0.200 nm है। न्यूट्रॉन की गति और गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिये।

कमरे के तापमान, $T = 20^\circ\text{C} = 293$ K पर एक आदर्श गैस अणु की औसत ट्रांसलेशनल गतिज ऊर्जा के साथ इस ऊर्जा की तुलना करें।

न्यूट्रॉन का द्रव्यमान = 1.675×10^{-27} kg

प्लैंक का स्थिरांक = 6.626×10^{-34} J.s

बोल्ट्जमैन स्थिरांक = 1.38×10^{-23} JK⁻¹

- 5(c) What is called non-conservation of parity? Explain the parity non-conservation in beta decay. (8)

समता गैर-संरक्षण किसे कहते हैं? बीटा क्षय में समता गैर-संरक्षण को स्पष्ट कीजिए।

- 5(d) Give comparison between intrinsic and extrinsic semiconductors. Also give at least two examples for each type. (8)

आंतरिक और बाह्य अर्धचालक के बीच तुलना करें। प्रत्येक प्रकार के लिए कम से कम दो उदाहरण भी दें।

- 5(e) Output 'X' of a combinational logic circuit with inputs A, B, C and D is given by a Boolean expression: (8)

$$X = (\overline{A} \overline{B} \overline{C}) C + \overline{A} \overline{B} \overline{C} + D$$

Simplify this expression as much as possible.

Give the logic circuit for this simplified expression.

इनपुट A, B, C और D के साथ संयोजन तर्क परिपथ का आउटपुट 'X' एक बूलियन अभिव्यक्ति द्वारा दिया गया है:

$$X = (\overline{A} \overline{B} \overline{C}) C + \overline{A} \overline{B} \overline{C} + D$$

जितना संभव हो इस अभिव्यक्ति को सरल बनाएं।

इस सरलीकृत अभिव्यक्ति के लिए लॉजिक सर्किट दें।

Q-6 Write answers of the following questions.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 6(a) An atom in a state with $l = 1$ emits a photon with wavelength 600.00 nm as it decays to a state with $l = 0$. If the atom is placed in a magnetic field with magnitude $B = 3.00$ T, what are the shifts in energy levels and in the wavelength that result from the interaction between the atom's orbital magnetic moment and the magnetic field? (Given: Planck's constant $h = 4.14 \times 10^{-15}$ eV.s, Bohr magneton $\mu_B = 5.788 \times 10^{-5}$ eV/T) (10)

चुंबकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति में एक परमाणु $l = 1$ की अवस्था में से 600.00 nm तरंगदैर्घ्य वाले फोटॉन के उत्सर्जन के साथ $l = 0$ की अवस्था में क्षय होता है। यदि परमाणु को $B = 3.00$ T परिमाण वाले एक चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो ऊर्जा के स्तर और तरंगदैर्घ्य में क्या बदलाव होते हैं जो परमाणु के कक्षीय चुंबकीय क्षण और चुंबकीय क्षेत्र के बीच बातचीत के परिणामस्वरूप होते हैं? (प्लैंक का स्थिरांक $h = 4.14 \times 10^{-15}$ eV.s, बोर मैग्नेटोन $\mu_B = 5.788 \times 10^{-5}$ eV/T)

- 6(b) Describe Stern Gerlach experiment with necessary diagram. How does it explain the concept of electron spin? (15)

आवश्यक आरेख के साथ स्टर्न गेरलाच प्रयोग का वर्णन करें। यह इलेक्ट्रॉन स्पिन की अवधारणा की व्याख्या कैसे करता है?

- 6(c) Write the Schrödinger equation for a particle in a box with potential energy $U = 0$ within the box. Solve this equation to obtain eigen function and show that the eigen values are discrete. (15)

बॉक्स के भीतर संभावित ऊर्जा $U = 0$ के साथ एक बॉक्स में एक कण के लिए श्रोडिंजर समीकरण लिखें। आइजिन फ़ंक्शन प्राप्त करने के लिए इस समीकरण को हल करें और दिखाएं कि आइजिन मान असतत हैं।

Q-7 Write answers of the following questions.

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 7(a) Write a detailed note on nuclear fission reactor. (10)

परमाणु विखंडन रिएक्टर पर एक विस्तृत टिप्पणी लिखिए।

- 7(b) What is called Q-equation of a nuclear reaction? Obtain the standard form of Q-equation. Discuss how the solution of a Q-equation can decide type of a nuclear reaction. (15)

परमाणु अभिक्रिया का Q-समीकरण किसे कहा जाता है?

Q-समीकरण का मानक रूप प्राप्त करें। चर्चा करें कि Q-समीकरण का समाधान परमाणु प्रतिक्रिया के प्रकार को कैसे तय कर सकता है।

- 7(c) State clearly the assumptions of the shell model of a nucleus. Discuss the predictions of the shell model in relation to the experimental results. (15)

नाभिक के शेल मॉडल की मान्यताओं को स्पष्ट रूप से बताएं।

प्रयोगात्मक परिणामों के संबंध में शेल मॉडल की भविष्यवाणियों पर चर्चा करें।

Q-8 Write answers of the following questions,
निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए

- 8(a) Explain the tunnelling between two superconductors separated by an insulating barrier. Hence, explain dc Josephson effect. (10)
एक इन्सुलेटिंग बैरियर द्वारा अलग किए गए दो सुपरकंडक्टर्स के बीच सुंन जाने की व्याख्या कीजिए। अतः डी.सी. जोसेफसन प्रभाव समझाएं।
- 8(b) Draw a basic circuit diagram of phase shift oscillator consisting of an op-amp and three section RC feedback circuit. Obtain the equations for its frequency of oscillations. Show that the attenuation constant of the feedback circuit is $1/29$. (15)
X चरण शिफ्ट ऑसिलेटर का एक मूल सर्किट आरेख बनाएं जिसमें एक ऑप-एम्प और तीन अनुभाग आरसी फीडबैक सर्किट शामिल हैं। दोलनों की आवृत्ति के लिए समीकरण प्राप्त करें। दिखाएं कि फीडबैक सर्किट का क्षीणन स्थिरांक $1/29$ है।
- 8(c) How does the band theory of solids lead to classification of solids into conductors, semiconductors and insulators? Explain. (15)
ठोस पदार्थों का बैंड सिद्धांत ठोस पदार्थों को कंडक्टर, अर्धचालक और इन्सुलेटर में कैसे वर्गीकृत करता है? समझाएं।