



Total No. of Printed Pages - 4

2PH0015

पत्र - II / PAPER - II

FRO4 - PH

भौतिकी

PHYSICS

पूर्णांक : 200

समय : 3 घण्टे

Full Marks : 200

Time : 3 Hours

निर्देश :

प्रश्न-पत्र दो खण्डों में विभक्त है। परीक्षार्थी को खण्ड-अ से चार अनिवार्य और खण्ड-ब से चार विषयनिष्ठ वैकल्पिक प्रश्नों का उत्तर देना है। खण्ड-अ के अनिवार्य प्रश्न में 4 विषयनिष्ठ प्रश्न हैं जिसमें प्रत्येक विषयनिष्ठ प्रश्न के 10 अंक हैं। इसके अतिरिक्त खण्ड-ब के 7 विषयनिष्ठ वैकल्पिक प्रश्नों में से किन्हीं 4 विषयनिष्ठ प्रश्न का उत्तर दें जिनमें प्रत्येक प्रश्न के 40 अंक हैं। वैकल्पिक प्रश्नों का उत्तर वर्णनात्मक रूप से लिखें।

Instructions :

The question paper is divided into two sections. The candidates will be required to answer Four compulsory Subjective questions from Section - A and four optional subjective questions from Section - B. There shall be compulsory Four Subjective type questions, each of 10 marks. In addition, there shall be 7 optional subjective questions in Section - B, of which candidates will be required to answer only 4 subjective questions, each of 40 marks. The optional questions shall be answered in the descriptive form.

खण्ड - अ / Section - A

1. एक इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रोगली तरंगदैर्घ्य 2×10^{-12} m है। इसकी गतिज ऊर्जा और इसकी डी-ब्रोगली तरंगों के कला और समूह वेग ज्ञात कीजिए। [10]

An electron has a de-Broglie wavelength of 2×10^{-12} m. Find its kinetic energy and the phase and group velocities of its de-Broglie waves.





2. हाइड्रोजन परमाणु में बोर कक्षा की क्वांटम संख्या ज्ञात कीजिए जिसकी त्रिज्या 0.01 mm है। इस अवस्था में हाइड्रोजन परमाणु की ऊर्जा क्या है? [10]
Find the quantum number of the Bohr orbit in a hydrogen atom whose radius is 0.01 mm. What is the energy of a hydrogen atom in this state?
3. क्षेत्रफल A वाली दो धातु सतहों से बने एक समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता ज्ञात कीजिए, जो एक दूसरे से d दूरी पर स्थित है। [10]
Find the capacitance of a parallel plate capacitor consisting of two metal surface of area A held a distance of d apart.
4. त्रिज्या R और कुल आवेश q वाले एक समान रूप से आवेशित ठोस गोले के बाहर क्षेत्र ज्ञात कीजिए। [10]
Find the field outside a uniformly charged solid sphere of radius R and total charge q .

खण्ड – ब / Section - B

1. एक आयामी मुक्त इलेक्ट्रॉन गैस के लिए फर्मी ऊर्जा तथा अवस्था घनत्व के समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। OK पर उस धातु के लिए फर्मी ऊर्जा की गणना कीजिए, जिसकी इलेक्ट्रॉन घनत्व $n = 10^{28}/\text{m}^3$ है। [40]
Derive expressions for the Fermi energy and density of states for a free electron gas in one dimension. Calculate the Fermi energy of electrons at OK for a metal with electron density of $n = 10^{28}/\text{m}^3$.
2. अर्ध तरंग दृष्टकारी तथा पूर्ण तरंग दृष्टकारी के सिद्धांत और कार्यविधि का वर्णन कीजिए। यह प्रदर्शित कीजिए कि समान परिस्थितियों में पूर्ण तरंग दृष्टकारी की दृष्टकरण दक्षता, अर्ध तरंग दृष्टकारी की अपेक्षा दोगुनी होती है। [40]
Describe the principle and working of half-wave and full-wave rectifiers. Show that the rectification efficiency of a full-wave rectifier is twice that of a half-wave rectifier under identical conditions.
3. $^{212}_{84}\text{Po}$ नाभिक 8.8 MeV ऊर्जा वाले α -कण का उत्सर्जन करके क्षय होता है। [40]
i) α कण के लिए कूलॉम्ब अवरोध ज्ञात करें।
ii) क्षय स्थिरांक और उसकी अर्ध-आयु का अनुमान लगाइए।
 $^{212}_{84}\text{Po}$ decays by the emission of 8.8 MeV α -particle.
i) Calculate the Coulomb barrier height for the α particle.
ii) Calculate the decay constant and estimate its half-life.





4. एक कण जिसका द्रव्यमान m है, उसे एक सीमित आयताकार कुएँ में सीमित किया गया है, जहाँ $x = -\frac{L}{2}$ से लेकर $x = \frac{L}{2}$ तक कुआँ विस्तृत है। कण अपने अधिष्ठित अवस्था में है और उसके तरंग फलन के मान दिए गये हैं [40]

$$\psi = A, x = 0 \text{ पर}$$

$$\psi = \sqrt{3} \frac{A}{2}, x = \frac{L}{4} \text{ पर}$$

किसी निर्धारित क्षण पर, निम्नलिखित ज्ञात कीजिए।

- $x = \frac{L}{2}$ पर तरंग फलन $\psi(x)$ का मान क्या होगा?
- ग्राउंड-स्टेट ऊर्जा क्या होगी?
- कुएँ की गहराई क्या होगी?

A particle of mass m is confined to a finite square well from $x = -\frac{L}{2}$ to $x = \frac{L}{2}$. It is in its ground state and has the wave function $\psi = A$ at $x = 0$ and $\psi = \sqrt{3} \frac{A}{2}$ at $x = \frac{L}{4}$ at a particular instant.

- Find the value of the wave function at $x = \frac{L}{2}$.
- Find the ground state energy.
- Find the depth of the well.

5. जीमान प्रभाव क्या है? सामान्य जीमान प्रभाव की क्वांटम यांत्रिक व्याख्या कीजिए। [40]
What is Zeeman effect? Discuss the quantum mechanical explanation of the normal Zeeman effect.

6. दिया गया विभव है [40]

$$V = \frac{10}{r^2} \sin \theta \cos \theta,$$

- बिन्दु $\left(2, \frac{\pi}{2}, 0\right)$ पर विद्युत फ्लक्स घनत्व $\vec{D}$ ज्ञात कीजिए।
- बिन्दु $A(1, 30^\circ, 120^\circ)$ से $B(4, 90^\circ, 60^\circ)$ तक एक $10 \mu\text{C}$ आवेश को ले जाने में किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।





Give the potential $V = \frac{10}{r^2} \sin \theta \cos \theta$,

- Find the electric flux density $\vec{D}$ at $\left(2, \frac{\pi}{2}, 0\right)$.
- Calculate the work done in moving a $10 \mu\text{C}$ charge from point A($1, 30^\circ, 120^\circ$) to B($4, 90^\circ, 60^\circ$)

7. एक समान समतलीय तरंग वायु माध्यम में दी गई है -

[40]

$$\vec{E}_i = 40 \cos(\omega t - \beta z) \hat{a}_x + 30 \sin(\omega t - \beta z) \hat{a}_y, \text{ V/m}$$

- $\vec{H}_i$ ज्ञात कीजिए।
- यदि यह तरंग $z = 0$ पर स्थित एक पूर्णतः चालक पट्ट से टकराती है, जो z -अक्ष के लम्बवत् है, तो परावर्तित तरंगे $\vec{E}_r$ और $\vec{H}_r$ ज्ञात कीजिए।
- $z \leq 0$ के लिए कुल विद्युत क्षेत्र ($\vec{E}$) और कुल चुंबकिय क्षेत्र ($\vec{H}$) ज्ञात कीजिए।
- $z \leq 0$ और $z \geq 0$ के लिए समय औसत पॉइन्टिंग वेक्टर की गणना कीजिए।

Given a uniform plane wave in air as

$$\vec{E}_i = 40 \cos(\omega t - \beta z) \hat{a}_x + 30 \sin(\omega t - \beta z) \hat{a}_y, \text{ V/m}$$

- Find $\vec{H}_i$.
- If the wave encounters a perfectly conducting plate normal to the z -axis at $z = 0$, find the reflected wave $\vec{E}_r$ and $\vec{H}_r$.
- What are the total $\vec{E}$ and $\vec{H}$ fields for $z \leq 0$?
- Calculate the time-average poynting vectors for $z \leq 0$ and $z \geq 0$.

