No. of Printed Pages : 8

PHE-11

01455

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2011

PHE-11 : MODERN PHYSICS

Time : 2 hours *Maximum Marks : 50*

Note : *Attempt **all** questions. The marks for each question are indicated against it. You may use calculator and log tables. The values of the physical constants are given at the end. Symbols have their usual meanings.*

---

1. Attempt *any five* parts : **2x5=10**

(a) Calculate the deBroglie wavelength of a 10 eV electron.

(b) Why is the variation of mass with velocity not apparent in our daily observations ?

(c) State the selection rules for atomic transitions that yield characteristic X-ray spectrum.

(d) Explain the function of a moderator in a nuclear reactor.

(e) Write the electronic configuration of Rubidium (Z=37).

(f) Explain the use of radio isotopes for crop mutations.

(g) Why can a particle in a box not have zero energy quantum mechanically ?

IGNOU ASSIGNMENT GURU

2. Attempt *any two* parts : 5x2=10

(a) The area of a square as measured from the frame attached to it is A_o. What will its area be with respect to an observer moving with relativistic velocity $\vec{V}$ along one of the sides of a square ?

(b) Prove that under Lorentz transformation, the quantity $\left[p^2 - \left(E^2/c^2\right)\right]$ is invariant.

(c) A free neutron at rest has a mean life time of 900s. Determine its mean life time measured by an observer moving relative to the neutron at a speed of 0.8 c. If the observer moved with the neutron, what mean life time would he/she measure ? 4+1=5

3. Attempt *any two* parts : 5x2=10

(a) Show that Hermitian operators have real eigen values.

(b) Show that the wave function $\psi(x, t) = A \cos(kx - wt)$ does not satisfy time-dependent Schrödinger equation but satisfies time-independent Schrödinger equation for a free particle.

(c) A particle is described by a wave function ;

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \frac{\pi n x}{l} \qquad \text{for } 0 < x < l = 0$$

elsewhere.

Determine the expectation value of the momentum of the particle.

4. Attempt *any two* parts : **5x2=10**

(a) The wave function of a particle of mass m inside an infinite square well of width

$$a\left(-\frac{a}{2} \text{ to } \frac{a}{2}\right) \text{ is } \psi(x) = A\cos\frac{3\pi x}{a} + B\sin\frac{3\pi x}{a}.$$

Obtain the values of A and B and the eigen energy corresponding to the above eigen function.

(b) Using the uncertainty principle, show that the dimension of the most stable state of hydrogen atom is of the order of first Bohr radius (a_0).

(c) Using Hund's rules, determine the ground state term of Si.

5. Attempt *any two* parts : **5x2=10**

(a) Calculate the half-life of a radioactive substance, if its activity drops to $\frac{1}{16}$ th of its initial value in 40 years.

IGNOU ASSIGNMENT GURU

(b) Describe a model used for explaining the properties of nuclei, which are spherical or nearly spherical in shape.

(c) Draw the schematic diagram of a cyclotron and explain its working. Is it suitable for accelerating electrons ? Explain.

Physical Constants :

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1.6725 \times 10^{-27}$ kg

$m_n = 1.6747 \times 10^{-27}$ kg

IGNOU ASSIGNMENT GURU

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसंबर, 2011

पी.एच.ई.-11 : आधुनिक भौतिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : ***सभी*** *प्रश्न करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप कैल्कुलेटर एवं लॉग सारणियाँ का प्रयोग कर सकते हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

2x5=10

1. ***कोई पाँच*** भाग करें :

(a) एक 10 eV इलेक्ट्रॉन की दे ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य परिकलित करें।

(b) समझाएँ कि द्रव्यमान का वेग के साथ विचरण हमारी रोज़ाना के प्रेक्षणों में क्यों नहीं दिखायी देता ?

(c) परमाण्वीय संक्रमण के वे वरण नियम बताएँ, जिनसे अभिलाक्षणिक X-किरण स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है।

(d) नाभिकीय रिएक्टर में विमंदक का कार्य समझाएँ।

(e) रूबिडियम (Z = 37) के लिए इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखें।

(f) फसल उत्परिवर्तन (mutations) में रेडियोआइसोटोप का प्रयोग कैसे होता है, समझाएँ।

(g) क्वांटम यांत्रिकी के अनुसार, बक्स में स्थित एक कण की ऊर्जा शून्य क्यों नहीं हो सकती ?

IGNOU ASSIGNMENT GURU

2. **कोई दो** भाग करें : 5x2=10

(a) एक वर्ग के क्षेत्रफल का, उसके साथ जुड़े हुए तंत्र में मान A_o मापा जाता है। वर्ग की एक भुजा के अनुदिश आपेक्षिकीय वेग $\vec{V}$ से चल रहे तंत्र में उसका क्षेत्रफल क्या होगा ?

(b) सिद्ध करें कि लॉरेंज़ रूपांतरण के अधीन राशि $\left[p^2 - \left(E^2/c^2\right)\right]$ निश्चर है।

(c) विरामावस्था में स्थित एक मुक्त न्यूट्रॉन का औसत जीवनकाल 900 s है। न्यूट्रॉन के सापेक्ष 0.8 c के वेग से चल रहे एक प्रेक्षक द्वारा मापा गया इसका औसत जीवन काल क्या होगा ? यदि प्रेक्षक न्यूट्रॉन के साथ-साथ गतिमान हो, तो वह औसत जीवन काल का क्या मान मापेगा ? 4+1=5

3. ***कोई दो*** भाग करें : 5x2=10

(a) दिखाएँ कि हर्मिटी संकारकों के आइगेन मान वास्तविक होते हैं।

(b) दिखाएँ कि तरंगफलन :

$$\psi(x, t) = A \cos(kx - wt)$$

कालाश्रित श्रोडिन्गार समीकरण को संतुष्ट नहीं करता पर वह काल स्वतंत्र श्रोडिन्गार समीकरण को संतुष्ट करता है।

IGNOU ASSIGNMENT GURU

(c) एक कण का तरंगफलन निम्नलिखित है :

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{l}}\ \sin\frac{\pi n x}{l} \quad , \quad 0 < x < l \text{ के लिए } = 0 ,$$

अन्यत्र

कण के संवेग का प्रत्याशा मान प्राप्त करें।

4. ***कोई दो*** भाग करें : **5x2=10**

(a) चौड़ाई $a\left(-\frac{a}{2}\ \text{स}\ \frac{a}{2}\right)$ के अनन्त वर्ग कूप में स्थित द्रव्यमान m वाले एक कण का तरंग फलन है :

$$\psi(x) = A\cos\frac{3\pi x}{a} + B\sin\frac{3\pi x}{a}$$

A और B के मान निकालें और ऊपर दिए गए आइगेन फलन के संगत आइगेन ऊर्जा का मान निकालें।

(b) अनिश्चितता सिद्धांत का उपयोग करके दिखाएँ कि हाइड्रोजन परमाणु की सबसे अधिक स्थायी अवस्था का आमाप, प्रथम बोर त्रिज्या (a_0) की कोटि का होता है।

(c) हुण्ड के नियमों का उपयोग करके Si का मूल अवस्था पद प्राप्त करें।

IGNOU ASSIGNMENT GURU

5. **कोई दो** भाग करें : **5x2=10**

(a) एक रेडियोएक्टिव पदार्थ की सक्रियता 40 वर्षों में घट कर उसके प्रारंभिक मान का $\frac{1}{16}$ वाँ हिस्सा रह जाती है। पदार्थ की अर्ध-आयु परिकलित करें।

(b) एक ऐसे मॉडल का वर्णन करें जो गोलाकार या लगभग गोलाकार नाभिकों के गुणधर्मों की व्याख्या करता है।

(c) एक साइक्लोट्रॉन का व्यवस्था चित्र बनाएँ और उसकी कार्यप्रणाली समझाएँ। क्या इलेक्ट्रॉनों को त्वरित करने के लिए इसका उपयोग किया जा सकता है ? समझाएँ।

भौतिक नियतांक :

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1.6725 \times 10^{-27}$ kg

$m_n = 1.6747 \times 10^{-27}$ kg

IGNOU ASSIGNMENT GURU