02301

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2012

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 log tables and calculator. The values of Physical constants are given at the end.*

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

(a) Calculate the de-Broglie wavelength of a 2 MeV neutron.

(b) What is the rest mass of a photon ? Calculate the mass of a photon of Wavelength 1Å.

(c) What are the properties of a wave function for acceptable solution of Schrodinger equation ?

(d) A rod of proper length 2 m measures only 1 m in a reference frame moving with respect to it. Calculate the speed of the moving frame.

(e) An X-Ray tube operates at 1.25×10^4V. What is the minimum wavelength of X-Rays produced ?

(f) Explain, with reason, whether the following reactions are possible or not

(i) $n \rightarrow p + e + \bar{\upsilon}_e$ (ii) $\lambda^{\circ} \rightarrow p + \pi^-$

(g) Explain the use of radioisotopes as tracer in pipelines.

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

(a) Protons are accelerated to a velocity of 10^6 ms^{-1} and then neutralised to hydrogen atoms. What is the Doppler shift of the wave length of light emitted in this process ? The wavelength of light emitted by the atom when it is at rest is 4861 Å.

(b) Obtain the relativistic energy relation :

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4}$$

(c) The life time of muons is 2.2×10^{-6}s and their speed is 0.998 C, so that they can travel only 658.6 m in their entire life. However, they are said to travel about 10 km before decay. Explain how this is possible on the basis of special theory of relativity.

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

(a) Show that H and t do not commute.

(b) The electron in H-atom may be thought of as confined to a radius of 5×10^{-11}m. Calculate the minimum Uncertainty in the momentum of electron. Also calculate the minimum kinetic energy of the electron.

(c) Show that all operators which are invariant under space inversion commute with the parity operator.

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

(a) Obtain the wave function of a particle in one dimensional box of length l. Show that the wave functions for two different states are orthogonal to each other.

(b) Obtain the average value of potential energy for the ground state of hydrogen atom :

$$\psi(r) = \left(\frac{1}{\pi a_0^3}\right)^{1/2} e^{-r/a_0}$$

(c) Obtain the ground state term of Lithium (Li).

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

(a) Uranium mineral contain one atom of radium for every 2.8×10^6 atoms of Uranium. If the half lives of radium and Uranium are 1620 years and 4.5×10^9 years respectively. Is the radioactive equilibrium attained by Uranium mineral secular or transient ? Explain.

(b) What do you mean by a nuclear chain reaction to be supercritical, critical and Subcritical ? How is a critical chain reaction achieved ?

(c) Calculate the energy released when a neutron decays into a proton and an electron.

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

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2012

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 लॉग सारणियाँ या कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

---

1. *कोई* ***पाँच*** *भाग करें:* **2x5=10**

   (a) 2 MeV न्यूट्रॉन की दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य परिकलित करें।

   (b) फोटॉन का विराम द्रव्यमान क्या होता है ? 1Å तरंगदैर्ध्य वाले एक फोटॉन का द्रव्यमान परिकलित करें।

   (c) तरंग फलन के क्या गुणधर्म [illegible] श्रोडिंगर समीकरण के मान्य हल बन सकें ?

   (d) उचित लंबाई 2 m वाली छड़ के सापेक्ष गतिमान निर्देश तंत्र में उसकी लंबाई 1 m मापी जाती है। गतिमान निर्देश तंत्र की चाल परिकलित करें।

   (e) एक X-किरण नलिका 1.25×10^4 V के विभवान्तर [illegible] क्रियान्वित है। उससे उत्पन्न होने वाली X-किरणों की न्यूनतम तरंगदैर्ध्य क्या है ?

(f) कारण सहित समझाएं कि निम्नलिखित प्रतिक्रियाएं संभव हैं या नहीं ?

(i) $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$ (ii) $\lambda^\circ \rightarrow p + \pi^-$

(g) पाइप-लाइनों में रेडियो आइसोटोपों का ट्रेसर की तरह कैसे इस्तेमाल किया जाता है? समझाएं।

2. *कोई **दो** भाग करें:* **5x2=10**

(a) प्रोटॉनों को 10^6 ms^{-1} की चाल तक त्वरित किया जाता है, जिसके बाद उनका हाइड्रोजन परमाणु में उदासीनीकरण किया जाता है। इस प्रक्रिया में उत्सर्जित प्रकाश के तरंगदैर्ध्य में डॉप्लर विस्थापन क्या होगा? दिया है कि जब परमाणु विरामावस्था में हैं, तो उत्सर्जित प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 4861 Å है।

(b) निम्नलिखित आपेक्षिकीय ऊर्जा संबंध को प्राप्त करें :

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0{}^2 c^4}$$

(c) म्यूओन का जीवन काल 2.2×10^{-6}s है और उनकी चाल 0.998 C है, जिससे कि वह अपने सम्पूर्ण जीवन काल में केवल 658.6 m की दूरी तय कर सकते हैं। लेकिन वे क्षय होने से पहले 10 km की दूरी तय कर लेते हैं। आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धांत के आधार पर समझाएं कि यह कैसे संभव है?

3. *कोई **दो** भाग करें:* **5x2=10**

(a) दिखायें कि H और t कम्यूट नहीं करते।

(b) हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रान 5×10^{-11}m की त्रिज्या में परिबद्ध होता है। इलेक्ट्रॉन के संवेग में न्यूनतम अनिश्चितता परिकलित करें। इलेक्ट्रॉन की न्यूनतम गतिज ऊर्जा भी परिकलित करें।

(c) सिद्ध करें कि वे सभी संकारक जो आकाशीय व्युत्क्रमण के अधीन निश्चर हैं पैरिटी संकारक से क्मयूट करते हैं।

4. *कोई **दो** भाग करें:* **5x2=10**

(a) लंबाई l वाले एक एक-विमीय बक्स में रखे कण का तरंग फलन प्राप्त करें। दिखायें कि दो अलग अवस्थाओं के तरंग फलन एक दूसरे के लांबिक हैं।

(b) हाइड्रोजन परमाणु की स्थायी अवस्था :

$$\psi(r) = \left(\frac{1}{\pi a_0^3}\right)^{1/2} e^{-r/a_0}$$

के लिए स्थितिज ऊर्जा का औसत मान प्राप्त करें।

(c) लीथियम (Li) की मूल अवस्था पद प्राप्त करें।

5. *कोई दो भाग करें:* **5x2=10**

(a) यूरेनियम तत्वों में हर 2.8×10^6 यूरेनियम परमाणुओं के समूह के लिए रेडियम का एक परमाणु मिलता है। रेडियम और यूरेनियम की अर्ध आयु क्रमशः 1620 वर्ष और 4.5×10^9 वर्ष हैं। यूरेनियम तत्व द्वारा प्राप्त रेडियो सक्रियता साम्यावस्था सेक्यूलर है या ट्रांज़िएंट ?

(b) नाभिकीय अभिक्रिया के अतिक्रांतिक, क्रांतिक और उपक्रांतिक होने से आप क्या समझते हैं ? एक क्रांतिक शृंखला अभिक्रिया हम कैसे प्राप्त कर सकते हैं ?

(c) एक न्यूट्रॉन के एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन में क्षय होने पर उत्सर्जित होने वाली ऊर्जा का मान परिकलित करें।

भौतिक नियताक :

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