No. of Printed Pages : 7

PHE-11

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2013

PHYSICS

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 calculators and log tables.** The values of physical constants are given at the end Symbols have their usual meanings.*

---

1. Attempt **any five** parts : **3x5=15**

(a) Show that the lorentz transformation reduces to the Galilean transformation for $v << c$.

(b) A particle at rest has a mean life time of 600s. If we measure its mean life time as 1800s, what is its speed relative to us ?

(c) An electron and a proton have equal De Broglie wavelengths. Calculate the ratio of their energies.

(d) Explain why an electron cannot be accelerated in a cyclotron.

(e) State giving reasons whether the following transitions for a multi electron atom are allowed or not.

(i) $^3S_1 \rightarrow {}^1S_0$

(ii) $^1S_{1/2} \rightarrow {}^1P_{3/2}$

(f) Explain the function of control rods in a nuclear reactor. What materials are used in control rods and why ?

(g) State three applications of X-rays.

(h) A radioactive substance decays to $\left(\frac{1}{32}\right)$ of its initial activity in 25 days. Calculate its half life.

2. Attempt **any one** part :

(a) Write the expression for relativistic linear momentum. Obtain the relativistic energy relation $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$. A proton has kinetic energy 100 MeV. Calculate the total energy (in MeV) of the proton and its relativistic mass, given that its rest mass is 938 MeV/c^2. **1+5+4=10**

(b) Prove the relativistic velocity addition formula. Two galaxies are observed to recede in opposite directions at speed 0.4C. What speed of recession would an observer in one of these galaxies observe for the other galaxy ? **6+4=10**

3. Answer **any two** parts :

(a) An electron cannot exist inside the nucleous but a proton can. Justify the statement using uncertainty principle. **5**

(b) The steady state wave function of a system is given by $\psi(x) = Nxe^{-x^2}$. Determine the value of the normalisation constant N. **5**

(c) Show that $[L_z, L_x] = i\hbar L_y$. **5**

4. Attempt **any one** part :

(a) Write down the Schrodinger equation for the one-dimensional simple harmonic oscillator. What is its ground state energy ? Calculate the mean kinetic energy and potential energy of the simple harmonic oscillator for its ground state given by

$$\psi_0 = \left(\frac{a}{\sqrt{\pi}}\right)^{1/2} \exp\left(\frac{-a^2 x^2}{2}\right), a^2 = m\omega/\hbar$$

1+1+6+2=10

(b) Obtain the most probable value and expectation value of r for ground state of H-atom. **5+5=10**

5. Answer **any one** part :

(a) Define binding energy of nucleus. Draw a curve between mass number and binding energy per nucleon. Explain why the binding energy per nucleon of heavy nuclei decreases with mass number. **1+3+1=5**

(b) Discuss the discovery of positron. How is a positron different from an electron ? **4+1=5**

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.

$c = 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$

पी.एच.ई.-11

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2013

भौतिकी विज्ञान

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 या लॉग सारणी का* ***प्रयोग कर*** *सकते हैं। भौतिक नियतांक अंत में दिए गए है। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

1. **कोई पाँच** भाग करें। 3x5=15

(a) सिद्ध करें कि $v << c$ के लिए लॉरेंज़ रूपांतरण गैलीलीय रूपांतरण में समानीत हो जाता है।

(b) विरामावस्था में स्थित एक कण का औसत जीवनकाल 600 s है। यदि हम कण का औसत जीवनकाल 1800 s मापते हैं, तो हमारे सापेक्ष कण की चाल क्या है ?

(c) एक इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन के दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य बराबर हैं। उनकी ऊर्जाओं के अनुपात की गणना करें।

(d) समझाएं कि एक इलेक्ट्रॉन को साइक्लोट्रॉन में त्वरित क्यों नहीं किया जा सकता।

(e) कारण सहित बताएं कि बहु-इलेक्ट्रॉन परमाणु के लिए निम्नलिखित संक्रमण अनुमत है या नहीं :

(i) $^{3}S_{1} \rightarrow ^{1}S_{0}$

(ii) $^{1}S_{1/2} \rightarrow ^{1}P_{3/2}$

(f) एक नाभिकीय रिएक्टर में नियंत्रक दंडों का क्या कार्य होता है? नियंत्रक दंड किन पदार्थों के बने होते हैं, और क्यों ?

(g) X-किरणों के तीन अनुप्रयोग लिखें।

(h) एक रेडियोएक्टिव पदार्थ का 25 दिन में अपनी आरंभिक सक्रियता के $\left(\frac{1}{32}\right)$ वें भाग में क्षय हो जाता है। उसकी अर्ध-आयु की गणना करें।

2. कोई **एक** भाग करें :

(a) आपेक्षिकीय रैखिक संवेग का व्यंजक लिखें । आपेक्षिकीय ऊर्जा का निम्नलिखित व्यंजक व्युत्पन्न करें $E = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4}$ एक प्रोटॉन की गतिज ऊर्जा 100 MeV है। MeV में प्रोटॉन की कुल ऊर्जा की गणना करें। यदि प्रोटॉन का विराम द्रव्यमान 938 MeV/c^2 हो तो उसके आपेक्षिकीय द्रव्यमान की गणना करें। **1+5+4=10**

(b) आपेक्षिकीय वेग योग फार्मूला व्युत्पन्न करें। दो मंदाकिनियां एक दूसरे की विपरीत दिशा में 0.4C चाल से गति करते हुए प्रेक्षित की जाती हैं। इनमें से एक मंदाकिनी में स्थित प्रेक्षक के सापेक्ष दूसरी मंदाकिनी किस चाल से गति करती है? **6+4=10**

3. कोई **दो** भाग करें :

(a) एक नाभिक में इलेक्ट्रॉन का अस्तित्व संभव नहीं है लेकिन प्रोटॉन का है। अनिश्चितता सिद्धांत का प्रयोग करके इस कथन की पुष्टि करें। **5**

(b) एक निकाय का स्थायी अवस्था तरंग फलन है । **5**

$\psi(x) = Nx\, e^{-x^2}$

प्रसामान्यीकरण नियतांक N की गणना करें।

(c) सिद्ध करें कि $[L_z, L_x] = i\hbar L_y$. **5**

4. कोई **एक** भाग करें :

(a) एकविम सरल आवर्ती दोलक के लिए श्रोडिन्गर समीकरण लिखें। उसकी मूल अवस्था की ऊर्जा क्या है? उसकी मूल अवस्था **1+1+6+2=10**

$$\psi_0 = \left(\frac{a}{\sqrt{\pi}}\right)^{1/2} \exp\left(\frac{-a^2x^2}{2}\right), a^2 = m\omega/\hbar$$

के लिए औसत गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा की गणना करें।

(b) हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था के लिए r का सबसे अधिक प्रायिकता वाला मान और प्रत्याशा मान परिकलित करें। **5+5=10**

5. कोई **एक** भाग करें :

(a) नाभिक की बंधन ऊर्जा की परिभाषा दें। द्रव्यमान संख्या और प्रति न्यूकिलऑन बंधन ऊर्जा का संबंध दिखाते हुए एक वक्र खींचे। समझाएं कि भारी नाभिकों के लिए द्रव्यमान संख्या के साथ प्रति न्यूक्लिऑन बंधन ऊर्जा का मान क्यों घटता है। **1+3+1=5**

(b) पॉज़िट्रॉन की खोज की चर्चा करें। पॉज़िट्रॉन और इलेक्ट्रॉन में क्या अंतर है? **4+1=5**

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.
$c = 3 \times 10^{8} ms^{-1}$