No. of Printed Pages : 8

PHE-11

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 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. Symbols have their usual meanings. You **may use** log tables and non-programmable calculators. The value of physical constants have been given at the end.*

1. Answer **any five** parts : 5x4=20

(a) Calculate the mass of the electron when it is moving with a K.E. of 10 MeV. Calculate its de Broglie wavelength.

(b) With what velocity should a particle move so that the increase in its mass may be 25% of its rest mass ?

(c) Write down the Lorentz transformation equations. Show that the Lorentz transformation reduces to the Galilean transformation when $v << c$.

(d) State the selection rules for transitions in hydrogen - like atoms. State giving reasons whether the following transition is allowed :

$3^2 P_{3/2}$ to $2^2 S_{1/2}$.

(e) Write down any four applications of radio - isotopes in daily life.

(f) The mean half life of a radioactive element is 16 days. Calculate the time required for 60% of the element to decay.

(g) Give the charge, spin and baryon number of proton and neutron.

2. Answer **any one** part :

(a) Derive the relativistic velocity addition formula. 5

(b) An observer on earth measures the wavelength of light emitted by a galaxy to be 6840 $\overset{\circ}{A}$. If the wavelength of light emitted in the galaxy is 4000 $\overset{\circ}{A}$, calculate the velocity of the galaxy with respect to the earth. 5

3. The wave function of a particle is given by $e^{-\alpha x^2}$. Obtain the value of its normalization constant and the expectation value of the K.E. of the particle. 3+7

OR

Prove Ehrenfest theorem : 10

$$\frac{d\langle x\rangle}{dt} = \frac{1}{m} <px>$$

$$\frac{d\langle px\rangle}{dt} = \left\langle -\frac{\partial v}{\partial x}\right\rangle.$$

4. What is the probabilistic interpretation of the wave function ? The ground state wave function of hydrogen atom is given by 3+7

$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\pi a_o^3} e^{-2r/ao}.$$

Obtain the most probable value of r for this state.

OR

State Hund's rules and use them to find the ground state of an atom with $Z=14$. 3+7

5. Answer **any one** part :

(a) Calculate the Binding energy per nucleon in ${}_6C^{12}$. Masses of proton, neutron and electron are 1.007276 u, 1.008665 u and 0.00055 u, respectively. The mass of ${}_6C^{12}$ atom is 12.000000 u. 5

(b) Draw a properly labelled schematic diagram of a nuclear reactor. Explain the role of a moderator in a nuclear reactor. Name any two moderators. **3+1+1**

Physical constants

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

$m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ kg

$m_p = 1.672 \times 10^{-27}$ kg

$m_n = 1.674 \times 10^{-27}$ kg

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 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। प्रतीकों के सामान्य अर्थ हैं। आप लॉग सारणियाँ एवं अप्रोगामीय कैल्कुलेटरों का* ***उपयोग कर सकते हैं।*** *भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।*

---

1. **कोई पाँच** भाग करें : 5x4=20

   (a) 10 MeV की गतिज ऊर्जा से चलने वाले इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान परिकलित करें। इसकी ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य परिकलित करें।

   (b) एक कण का वेग क्या होना चाहिए जिससे कि उसके द्रव्यमान में विराम द्रव्यमान से 25 प्रतिशत की बढ़ोत्तरी हो जाए ?

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

(d) हाइड्रोजन-सम परमाणुओं में संक्रमण के लिए वरण नियम बताएं। कारण देते हुए बताएं कि क्या निम्नलिखित संक्रमण अनुमत है :

$$3^2 P_{3/2} \text{ to } 2^2 S_{1/2} \text{ ?}$$

(e) दैनिक जीवन में रेडियो-आइसोटोप के कोई चार अनुप्रयोग लिखें।

(f) एक रेडियोएक्टिव तत्व की औसत अर्ध-आयु 16 दिन है। इस तत्व के 60 प्रतिशत भाग को क्षय होने में लगे समय को परिकलित करें।

(g) प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के लिए आवेश, स्पिन और बेरिऑन संख्या के मान बताएं।

2. **कोई एक** भाग करें :

(a) आपेक्षिकीय वेग योग संबंध व्युत्पन्न करें। 5

(b) एक प्रेक्षक पृथ्वी पर आकाश-गंगा से उत्सर्जित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य 6840 Å मापता है। यदि आकाश-गंगा में उत्सर्जित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य 4000 Å है, तो पृथ्वी के सापेक्ष आकाश-गंगा का वेग परिकलित करें। 5

3. एक कण का तरंग फलन $e^{-\alpha x^2}$ है। इस फलन का प्रसामान्यीकरण स्थिरांक और कण की गतिज ऊर्जा का प्रत्याशा मान प्राप्त करें। 3+7

या

निम्नलिखित एहरेनफेस्ट प्रमेय सिद्ध करें : 10

$$\frac{d\langle x\rangle}{dt} = \frac{1}{m} \langle px\rangle$$

$$\frac{d\langle p x\rangle}{dt} = \left\langle - \frac{\partial v}{\partial x}\right\rangle .$$

4. तरंग फलन की प्रायिकतात्मक व्याख्या बताएं। हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था का तरंग फलन निम्नलिखित है : 3+7

$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\pi a_o^{3}} e^{-2r/ao}.$$

इस अवस्था के लिए r का सबसे अधिक प्रायिकता वाला मान प्राप्त करें।

या

हुण्ड के नियमों को बताएं। इन नियमों का प्रयोग कर Z = 14 वाले परमाणु के लिए मूल-अवस्था प्राप्त करें। 3+7

5. **कोई एक** भाग करें :

(a) ${}_6C^{12}$ के लिए प्रति न्यूक्लिऑन बंधन ऊर्जा परिकलित करें। प्रोटॉन, न्यूट्रॉन और इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान क्रमशः 1.007276 u, 1.008665 u और 0.00055 u हैं। ${}_6C^{12}$ परमाणु का द्रव्यमान 12.000000 u है। **5**

(b) नाभिकीय रिएक्टर का समुचित रेखांकित व्यवस्था चित्र बनाएं। नाभिकीय रिएक्टर में विमंदक का क्या कार्य है? किन्हीं दो विमंदकों के नाम लिखें। **3+1+1**

भौतिक स्थिरांक :

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js
$m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ kg
$m_p = 1.672 \times 10^{-27}$ kg
$m_n = 1.674 \times 10^{-27}$ kg