

## BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

## Term-End Examination

December, 2012

## 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 non-programmable calculators or logtables. The values of physical constants have been given at the end.*

1. Answer any five parts : 5×4=20
- (a) The total energy of a particle is exactly twice its rest energy. Calculate its speed.
- (b) A ball of mass 0.1 kg moving with a velocity of  $10 \text{ ms}^{-1}$  is incident on a slit of width 1 mm. Obtain the deBroglie wavelength associated with it. Will a diffraction pattern be observed on a screen placed behind the slit ? Explain.
- (c) Draw a labelled schematic diagram of a nuclear reactor. Name any two coolants used in a nuclear reactor.
- (d) In the lab-frame, two particles are observed to travel in opposite directions with speed  $2.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ . Calculate the relative speed of the particles.

- (e) Obtain the total number of degenerate eigen functions for a hydrogen atom for  $n=2$ .
- (f) How long does it take for 60% of a sample of radon to decay? Half life of radon is 3.8 days.
- (g) Write down the charge, baryon number and spin of a photon and a proton.

2. Answer *any one* part :

- (a) Calculate the annual loss in the mass of the sun, if approximately 8.4 J of radiated energy is received by each square cm of the earth's surface per minute. The distance of the sun from the earth's surface is  $1.15 \times 10^{11}$  m. 5
- (b) A pion at rest decays into a muon and neutrino (zero rest mass). Using the relativistic laws of conservation of energy and momentum, obtain the momentum of muons in terms of  $m_\pi$   $m_\mu$ . 5

3. Answer *any one* part :

- (a) (i) The unnormalized wave function of a moving particle is given by  $\psi = x \exp(-x^2/2)$ . Determine the normalization constant and (ii) Prove that  $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$ . 4+6

- (b) Consider a particle of mass  $m$  confined in a 1-D potential box given by 10

$$V(x) = 0 \quad -a \leq x \leq a$$

$$= \infty \quad \text{otherwise}$$

Write the Schrodinger equation for the particle and specify the boundary conditions. Obtain the normalized wave function and the energy eigen values.

4. Answer *any one* part :

(a) State Hund's rules. Using Hund's rules obtain the spectral terms and ground state of Sc ( $z=21$ ). 3+7

(b) Write the selection rules for  $x$ -ray spectra. Are the transitions from  $L_I$  shell to K shell and  $L_{II}$  shell to K shell allowed? Explain. X-rays from a Cobalt ( $z=27$ ) tube have a strong K-line of wavelength  $1.785\text{\AA}$  and a weak line due to copper impurity ( $z=29$ ). Using Mosley's law, calculate the wavelength of the weak line. 2+2+6

5. Answer *any one* part :

(a) Explain the liquid drop model of fission qualitatively with the help of schematic diagrams. 5

- (b) Explain the working of a cyclotron with the help of a schematic diagram. 5

**PHYSICAL CONSTANTS :**

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

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

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$R = 13.6 \text{ eV}$$

---

विज्ञान स्नातक ( बी.एस सी. )

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2012

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 कैल्कुलेटर्स का उपयोग कर सकते हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।

1. कोई पाँच भाग करें :

5x4=20

- (a) एक कण की कुल ऊर्जा उसकी विराम ऊर्जा की ठीक दुगुनी है। कण की चाल परिकलित करें।
- (b) 0.1 kg द्रव्यमान वाली गेंद  $10 \text{ ms}^{-1}$  वेग से गति करती हुई 1 mm चौड़ाई वाली स्लिट पर आपतित होती है। इससे सम्बंधित दे ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य प्राप्त करें। क्या स्लिट के पीछे रखे हुए एक परदे पर विवर्तन पैटर्न दिखाई देगा? समझाएं।

- (c) नाभिकीय रिएक्टर का रेखांकित व्यवस्था चित्र बनाएं। नाभिकीय रिएक्टर में प्रयुक्त होने वाले किन्हीं दो शीतलकों के नाम लिखें।
- (d) प्रयोगशाला तंत्र में दो कण  $2.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  की चाल से विपरीत दिशाओं में चलते प्रेक्षित होते हैं। कणों की आपेक्षिक चाल परिकलित करें।
- (e)  $n=2$  के लिए हाइड्रोजन परमाणु के अपभ्रष्ट आइगेन फलनों की संख्या प्राप्त करें।
- (f) रेडान के नमूने को 60% प्रतिशत क्षय होने में कितना समय लगेगा? रेडान की अर्ध-आयु 3.8 दिन है।
- (g) फोटॉन और प्रोटॉन के लिए आवेश, बेरिऑन संख्या और स्पिन के मान लिखें।

2. कोई एक भाग करें :

- (a) यदि पृथ्वी की एक  $\text{cm}^2$  सतह पर प्रति मिनट 8.4 J उत्सर्जित ऊर्जा सूर्य से प्राप्त होती है तो सूर्य के द्रव्यमान में वार्षिक हानि परिकलित करें। सूर्य से पृथ्वी की सतह की दूरी  $1.15 \times 10^{11} \text{ m}$  है। 5
- (b) विरामावस्था में एक पायॉन का क्षय म्यूऑन और न्यूट्रिनो (शून्य विराम द्रव्यमान) में होता है। ऊर्जा और संवेग के संरक्षण आपेक्षिकीय नियमों का उपयोग कर  $m_{\pi}$  और  $m_{\mu}$  के पदों में म्यूऑनों का संवेग प्राप्त करें। 5

3. कोई एक भाग करें :

(a) (i) एक गतिमान कण का अप्रसामान्यीकृत तरंग फलन 4+6

$\psi = x \exp(-x^2/2)$  द्वारा दिया जाता है।

प्रसामान्यीकरण स्थिरांक प्राप्त करें और (ii) सिद्ध करें

कि  $[L_x, L_y] = ih L_z$ .

(b) मान लें कि द्रव्यमान  $m$  का एक कण निम्नलिखित I-D 10

विभव बक्स में सीमित है :

$V(x) = 0 \quad -a \leq x \leq a$

$= \infty$  अन्यथा

कण के लिए श्रोडिन्गर समीकरण लिखें और परिसीमा प्रतिबंध बताएं। प्रसामान्यीकृत तरंग फलन और ऊर्जा आइगेन मान प्राप्त करें।

4. कोई एक भाग करें :

(a) हुण्ड के नियमों को बताएं। हुण्ड के नियमों का प्रयोग 3+7

कर  $Sc (z=21)$  की मूल अवस्था और स्पेक्ट्रमी पद प्राप्त करें।

(b)  $x$ -किरण स्पेक्ट्रम के लिए वरण नियम लिखें। क्या  $L_I$

कोश से  $K$  कोश तथा  $L_{II}$  कोश से  $K$  कोश में संक्रमण

अनुमत हैं? कोबाल्ट नलिका से उत्पन्न  $X$ -किरणों में

$1.785\text{\AA}$  तरंग दैर्घ्य की प्रबल  $K$ -रेखाएं हैं और तांबे की

अशुद्धि ( $z=29$ ) के कारण एक दुर्बल रेखा है। मोज्ले

नियम का प्रयोग करके दुर्बल रेखा की तरंगदैर्घ्य परिकलित

करें।

2+2+6

5. कोई एक भाग करें :

(a) व्यवस्था चित्र की सहायता से विखंडन के द्रव बूंद मॉडल की गुणात्मक व्याख्या करें। 5

(b) व्यवस्था चित्र की सहायता से साइक्लोट्रॉन की कार्यप्रणाली की व्याख्या करें। 5

**भौतिक स्थिरांक :**

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

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

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$R = 13.6 \text{ eV}$$