No. of Printed Pages : 15 **BPHE-101/PHE-01/PHE-02**

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

PHYSICS

04570

BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS & PHE-02 : OSCILLATIONS & WAVES

Instructions :

(i) Students registered for both BPHE-101/PHE-01 & PHE-02 courses should answer both the question papers in two separate answer books entering their enrolment number, course code and course title clearly on both the answer books.

(ii) Students who have registered for BPHE-101/PHE-01 or PHE-02 should answer the relevant question paper after entering their enrolment number, course code and course title on the answer book.

BPHE-101/PHE-01

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2013

BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS

Time : 1½ hours *Maximum Marks : 25*

Note : *Attempt* ***all*** *questions. Marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meaning. You may* **use** *log tables of non programmable calculators.*

1. *Attempt any two parts :*

(a) An airplane flies at constant speed along a straight line at an angle of 30° with the horizontal. The weight of the airplane is 80000 N and its engine provides a thrust of 100000 N in the direction of flight. Determine the lift force perpendicular to the airplane's wings and the force due to air resistance opposite to the airplane's direction of motion. Draw the free-body diagram for the airplane. Identify the no-work force from amongst the four forces being exerted on the airplane. **2+2+1+1**

(b) (i) A bullet of mass 2 g hits a wooden block of mass 1 kg. After being struck by the bullet, the block along with the bullet is raised by 0.5cm. Calculate the initial velocity of the bullet. Take $g = 10 ms^{-2}$. **4**

(ii) Determine the work done by the spring force in stretching a spring (of spring constant k) from x_1 to x_2. **2**

(c) The position vector of a particle of mass m moving on a curve is given by **2+3+1**

$$\vec{r}(t) = 3t^2\,\hat{i} + 4t\,\hat{j} + 2\,\hat{k}$$

Calculate the kinetic energy and angular momentum of the particle. What is the torque on it ?

(d) (i) A child of mass 30 kg slides down a slide from a height of 10.0 m. Ignore friction and air resistance, determine the speed of the child at the bottom of the slide. 2

(ii) Suppose the speed of the child is measured at the bottom of the slide to be $4.0 ms^{-1}$. 4

Determine the work done by the force of friction due to the slide on the child. Take $g = 10 ms^{-2}$.

2. Attempt *any one* part :

(a) Three particles of masses 1kg, 2 kg and 3 kg are placed at the vertices of an equilateral triangle of side 2m. Determine the position vector of the centre of mass of the system. 5

(b) The orbit of a satellite about the earth is given by 1+3+1

$$r = \frac{8000}{1 + 0.5 \cos\theta} \text{ km}$$

Determine the eccentricity of the orbit and the shape of orbit. What are the minimum and maximum distances of the satellite from the centre of the earth ? What is the semi-major axis of the orbit ?

3. (a) A lift is accelerating upwards with an acceleration $\vec{a}$. What would the value of $\vec{a}$ be, if the apparent weight of a man in the accelerating lift is twice that of his weight in a stationary lift ? Draw the free-body diagram. **2+1**

(b) The sun rotates about its axis with a period of 25 days. Suppose it contracts into a white dwarf of radius $\left(\frac{1}{1000}\right)^{th}$ of its present radius. Calculate the period of rotation of the white dwarf. **5**

OR

3. (a) A 2 kg ball and a 3kg ball are moving towards each other with a velocity of $5ms^{-1}$ each . Determine the velocities of the two balls before and after collision in the centre of mass frame. **5**

(b) Suppose you are a passenger in a car. Explain why you fall forward when the driver applies brakes ? **3**

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01/पी.एच.ई.-02

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

भौतिक विज्ञान

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी

एवं

पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगे

निर्देश :

(i) *जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 और पी.एच.ई.-02 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्नपत्रों के उत्तर अलग-अलग उत्तर पुस्तिकाओं में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ़-साफ़ लिखकर दें।*

(ii) *जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 या पी.एच.ई.-02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्नपत्र के उत्तर उत्तर-पुष्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्क्रम कोड तथा पाठ्क्रम नाम साफ़-साफ़ लिखकर दें।*

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2013

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी

समय : 1½ घण्टे | *अधिकतम अंक : 25*

नोट : ***सभी*** *प्रश्न करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिये गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप लॉग सारणी या अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर का* ***प्रयोग*** *कर सकते हैं।*

1. *कोई दो* भाग करें :

(a) एक हवाई जहाज़ क्षैतिज से 30° के कोण पर सीधी रेखा में उड़ रहा है। हवाई जहाज़ का भार 80000 N है और इंजन का प्रणोद उड़ान की दिशा में 100000 N है। हवाई जहाज़ के पंखों के लंबवत उत्थापन बल उसकी गति की दिशा के विपरीत लग रहा वायु प्रतिरोध बल प्राप्त करें। हवाई जहाज़ के लिए बल-निर्देशक आरेख खींचे। हवाई जहाज़ पर लग रहे चार बलों में से कौन सा बल कार्यरहित बल है? **2+2+1+1**

(b) (i) 2 g द्रव्यमान की एक बंदूक की गोली 1 kg द्रव्यमान के लकड़ी के खंड से टकराती है। गोली से टक्कर के बाद, गोली समेत लकड़ी का खंड 0.5 cm की ऊँचाई से उठ जाता है। गोली का आरंभिक वेग प्राप्त करें। $g = 10 ms^{-2}$ लें। **4**

(ii) कमानी नियतांक k वाली कमानी को x_1 से x_2 तक खींचने में कमानी बल द्वारा किया गया कार्य प्राप्त करें। **2**

(c) एक वक्र पर गतिमान द्रव्यमान m के कण का स्थिति सदिश है : **2+3+1**

$$\vec{r}\,(t) = 3t^2\,\hat{i} + 4t\,\hat{j} + 2\,\hat{k}$$

कण की गतिज ऊर्जा और कोणीय संवेग प्राप्त करें। उस पर लग रहा बल आघूर्ण क्या है?

(d) (i) 30 kg द्रव्यमान की एक बच्ची 10.0 m की ऊँचाई से स्लाइड पर नीचे फिसलती है। घर्षण और वायु प्रतिरोध को नगण्य मान कर स्लाइड के निचले सिरे पर बच्ची की चाल की गणना करें। 2

(ii) मान लें कि स्लाइड के निचले सिरे पर बच्ची की चाल 4.0 ms^{-1} मापी जाती है। स्लाइड के कारण बच्ची पर लग रहे घर्षण बल द्वारा किए गए कार्य की गणना करें 1 $g = 10ms^{-2}$ लें। 4

2. ***कोई एक*** भाग करें :

(a) द्रव्यमान 1 kg, 2 kg और 3 kg के तीन कणों को 2 m भुजा वाले एक समबाहु त्रिभुज के शीर्षों पर रखा जाता है। निकाय के संहति केंद्र का स्थिति सदिश प्राप्त करें। 5

(b) पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे उपग्रह की कक्षा का समीकरण है : 1+3+1

$$r = \frac{8000}{1 + 0.5 \cos\theta} \text{ km}$$

कक्षा की उत्केंद्रता क्या है और कक्षा किस आकार की है? पृथ्वी के केंद्र से उपग्रह की न्यूनतम और अधिकतम दुरियाँ क्या हैं? कक्षा का अर्ध-दीर्घ अक्ष क्या है?

3. (a) एक लिफ्ट ऊपर की ओर त्वरण $\vec{a}$ से गतिमान है। $\vec{a}$ का मान क्या होगा, यदि त्वरित लिफ़्ट में एक व्यक्ति का आभासी भार, स्थिर लिफ़्ट में उसके भार का दोगुना हो ? बल-निर्देशक आरेख खींचे। 2+1

(b) सूर्य का अपने अक्ष पर घूर्णन का आवर्त काल 25 दिन है। मान लें कि वह सिकुड़ कर श्वेत वामन तारा बन जाता है जिसकी त्रिज्या सूर्य की त्रिज्या का $\left(\frac{1}{1000}\right)$ वां हिस्सा है। श्वेत वामन तारे का घूर्णन का आवर्त काल परिकलित करें। 5

या

3. (a) क्रमशः 2 kg और 3 kg द्रव्यमान वाली दो गेंदें एक-दूसरे की ओर 5 ms^{-1} की समान चाल से गतिमान हैं। संहति केंद्र निर्देश तंत्र में दोनों गेंदों की संघट्टन से पहले और संघट्टन के बाद की चालों की गणना करें। 5

(b) मान लें कि आप गाड़ी में बैठे यात्री हैं। समझाएँ कि जब गाड़ी का ड्राइवर अचानक गाड़ी पर ब्रेक लगाता है तो आप आगे की ओर क्यों गिर जाते हैं। 3

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2013

PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Time : 1½ hours *Maximum Marks : 25*

Note : *Attempt **all** questions. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meaning log-table or simple calculator may be used.*

1. *Answer **any five** parts :* **5x3=15**

   (a) A simple harmonic oscillator has an amplitude 0.17m and a period of 0.84s. Determine the frequency, and the maximum values of the velocity and acceleration.

   (b) Consider two horizontally placed identical spring-mass systems each of mass m and spring constant k. The two spring-mass systems are coupled to each other by a spring of spring constant k^1. One of the masses is pulled horizontally away from its equilibrium position. Depict the instantaneous configuration of the system and write down the equations of motion.

(c) The quality factor of a tuning fork of frequency 256 Hz is 10^3. Calculate the time in which its energy becomes 10% of its initial value.

(d) Write the differential equation of a damped forced oscillator and state what does each term of the equation represents. In the steady-state of such an oscillator, what is the relation between its natural frequency and the frequency of the driving force ?

(e) In a cathode ray oscilloscope, the deflection of electrons by two mutually perpendicular electric fields is given by

$$x = 4 \cos 2\pi\nu t \text{ and } y = 4 \cos\left(2\pi\nu t + \frac{\pi}{6}\right)$$

What will be the resultant path of electrons ?

(f) A person is standing near a railway track. A fast moving train approaches her with a speed of 108 $kmhr^{-1}$. The apparent frequency of the whistle heard by her is 800 Hz. Calculate the actual frequency of the whistle. Use the speed of sound in air as 330 ms^{-1}.

(g) A sinusoidal wave is described by

$y(x,t) = 2.0 \sin (2.11x - 3.62t)$ cm

Determine the wavelength, frequency and velocity of the wave.

(h) Two coherent sources of intensity ratio α interfere. Prove that in the interference pattern

$$\frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{2\sqrt{\alpha}}{(1 + \alpha)}$$

2. Answer *any two* of the following : **2x5=10**

(a) Obtain an expression for the time period of a compound pendulum. Show that the centres of suspension and oscillations are mutually interchangeable

(b) Using the equation of motion of the damped forced harmonic oscillator, derive an expression for its amplitude in the steady-state.

(c) A stretched string having mass per unit length 10^{-3}kgm^{-1} vibrates in its fundamental mode between two wedges 40 cm apart at a frequency of 30Hz. Calculate the velocity of propagation of the wave on the string as well as the tension in it.

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2013

पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगे

समय : 1½ घण्टे *अधिकतम अंक : 25*

नोट : ***सभी** प्रश्न करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिये गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप लॉग-सारणियों अथवा कैल्कुलेटर का **उपयोग कर सकते** हैं।*

1. ***किन्हीं पाँच*** भागों के उत्तर लिखें : 5x3=15

(a) किसी सरल आवर्त दोलक का आयाम 0.17 m तथा आवर्तकाल 0.84s है। दोलक की आवृत्ति तथा इसके वेग एवं त्वरण का अधिकतम मान परिकलित करें।

(b) द्रव्यमान m तथा कमानी नियतांक k वाले दो समान कमानी द्रव्यमान निकाय एक दूसरे से कमानी नियतांक k^1 वाली एक कमानी द्वारा जुड़े हैं और ये क्षैतिजत: रखे हैं। निकाय के एक द्रव्यमान को क्षैतिजत: खींच कर उसके साम्यावस्था से विस्थापित किया जाता है। निकाय का तात्क्षणिक अभिविन्यास आलेखित करें तथा द्रव्यमानों के गति समीकरण लिखें।

(c) 256 Hz आवृत्ति वाली स्वरित्र द्विभुज के गुणता कारक का मान 10^3 है। समय का वह मान परिकलित करें जिसमें इसकी ऊर्जा, अपने आरंभिक मान का 10% रह जाती है।

(d) किसी अवमंदित प्रणोदित दोलक के लिए अवकल समीकरण लिखें तथा इसके प्रत्येक पद की व्याख्या करें। स्थायी–अवस्था में इस दोलक की प्राकृतिक आवृत्ति तथा नोदक बल की आवृत्ति में क्या संबंध होता है ?

(e) कैथोड किरण ऑसिलो स्कोप में दो परस्पर लंबवत विद्युत् क्षेत्रों के कारण इलेक्ट्रॉन का विस्थापन निम्नवत है :

$$x = 4 \cos 2\pi \nu t \text{ तथा } y = 4 \cos\left(2\pi\nu t + \frac{\pi}{6}\right)$$

इलेक्ट्रॉन का परिणामी पथ क्या होगा ?

(f) एक व्यक्ति रेल लाइन के पास खड़ा है। ट्रेन उसकी ओर 108 kmhr^{-1} की चाल से आ रही है। व्यक्ति द्वारा सूने गए ट्रेन की सीटी की आभासी आवृत्ति 800 Hz है। ट्रेन की सीटी की वास्तविक आवृत्ति परिकलित करें। मान लें कि वायु में ध्वनि की चाल 330 ms^{-1} है।.

(g) एक ज्यावक्रिय तरंग का व्यंजक निम्नवत है :

$y(x,t) = 2.0 \sin (2.11\, x - 3.62t)$ cm

तरंग का तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति तथा वेग परिकलित करें।

(h) दो कला संबद्ध श्रोत, जिनकी तीव्रताओं का अनुपात α है, अध्यारोपित होते हैं। सिद्ध करें कि उत्पन्न व्यतिकरण पैटर्न के लिए।

$$\frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{2\sqrt{\alpha}}{(1 + \alpha)}$$

2. ***किन्हीं दो*** भागों का उत्तर लिखें : **2x5=10**

(a) किसी पिंड लोलक के आवर्तकाल व्यंजक व्युत्पन्न करें। सिद्ध करें कि दण्ड लोलक के आलंबन और दोलन केन्द्र परस्पर विनिमेय होते हैं।

(b) अवमंदित प्रणोदित ढोलक के गति समीकरण का उपयोग कर इसके स्थायी-अवस्था के लिए आयाम वक्र व्यंजक व्युत्पन्न करें।

(c) एक दूसरे से 40 cm दूरी पर स्थित दो वेजों के बीच 10^{-3} kgm^{-1} प्रति इकाई लंबाई द्रव्यमान वाली एक तनित तार अपनी मूल विधा में 30 Hz आवृत्ति से कंपन करती है। तार पर तरंग संचरण का वेग तथा तार में तनाव परिकलित करें।