

03249

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2010

PHYSICS

PHE-1 : ELEMENTARY MECHANICS

&

PHE-2 : OSCILLATIONS & WAVES

Instructions :

- (i) *Students registered for both PHE-1 & PHE-2 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 PHE-1 or PHE-2 should answer the relevant question paper after entering their enrolment number, course code and course title on the answer book.*

PHYSICS

PHE-1 : ELEMENTARY MECHANICS

Time : 1½ hours

Maximum Marks : 25

Note : Attempt all questions. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings.

Attempt any five parts :

3x5=15

1. (a) The position vectors of two points A and B are given by.

$$\vec{r}_A = 3 \hat{i} + 4 \hat{j} + 5 \hat{k}$$

$$\vec{r}_B = 3 \hat{i} + 7 \hat{j} + 8 \hat{k}$$

Find the angle made by the vector \vec{V}_{AB} With the x -axis.

- (b) A particle is moving along a curve given by $y=3x^2$, such that $x=10t$. obtain the position vector of the particle at time t , its velocity and acceleration.
- (c) The escape velocity from the surface of the earth is 11 km s^{-1} . Calculate the escape velocity from the surface of the planet Mars.

where mass and radius are given by $\frac{Mc}{9}$ and

$Re/2$, respectively.

- (d) A lift is accelerating downwards with an acceleration of $5ms^{-2}$. A man weighs $600N$ in a stationary lift. Draw the force diagram for the man. How much would he weigh in the accelerating lift? Take $g=10ms^{-2}$.
- (e) A batsman hits a ball of mass $120g$ with a horizontal velocity of $40ms^{-1}$. The fielder stops the ball with his hand and the ball comes to rest after being in contact for about $10^{-3}s$. What is the average force exerted on the hand of the fielder?
- (f) Two point particles of mass M each are joined by a thin massless rod of length R . They are made to rotate about an axis passing through the centre of the rod with a velocity of v . Calculate the rotational kinetic energy of the system.
- (g) Two perfectly elastic balls of mass $100g$ and $300g$ are moving in opposite directions with speeds $10ms^{-1}$ and $4ms^{-1}$ respectively. Calculate their velocities after perfectly elastic head on collision.
- (h) Draw the graph showing variation of acceleration due to gravity due to the earth at points inside and outside it. Comment on its nature at points inside and outside the earth.

2. Attempt *any two* parts :

5x2=10

- (a) Define conservative force. Show that the gravitational force is conservative.
- (b) A binary star system consists of two equally massive compact stars orbiting in circular orbits about their centre of mass. Each star has a revolution of period of 15 days and a velocity of 200 km s^{-1} . Find the mass of each star. { $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ }
- (c) An object of mass M and radius R is rolling down an inclined plane without slipping. Derive an expression for its total kinetic energy. Hence, calculate the velocity of a uniform solid sphere of mass M and radius R at the base of the inclined plane when it rolls down from height h .
-

PHYSICS

PHE-2 : OSCILLATIONS & WAVES

Time : 1½ hours

Maximum Marks : 25

Note : Attempt all questions. The marks for each question are indicated against it. Log-tables or non-programmable calculators may be used, symbols have their usual meanings.

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

- (a) The maximum acceleration of a simple harmonic oscillator is a_0 and the maximum velocity is v_0 . Determine the displacement amplitude in terms of a_0 and v_0 .
- (b) A solid sphere of mass 4 kg and diameter 10 cm is suspended by a wire. Calculate the period of Angular oscillations if the torque required to twist the wire is $4 \times 10^{-3} \text{ Nm rad}^{-1}$.
- (c) The motion of a particle is given by $x = a \sin \omega t + b \cos \omega t$. Is the motion of the particle simple harmonic? Justify your answer.

- (d) The equation of transverse wave travelling along a stretched string is given by

$$y = 5 \sin \pi (3.0t - 0.2x)$$

Where x and y are in cm and t is in seconds. Calculate the (a) Wavelength of the wave, and (b) maximum transverse speed of the particles in the string.

- (e) The phase velocity of ripples is given by $V=C\sqrt{k}$

Where C is a constant and k is the wave number of the waves. Determine the group velocity of the ripples.

- (f) A listener is moving towards a stationary source of sound. What should his velocity be so that the apparent frequency of sound is 1.2 times its actual value ?
- (g) In a cathode ray oscilloscope, the deflection of electrons by two mutually perpendicular electric fields is given by

$$x = 4 \cos 2\pi vt$$

$$y = 4 \cos (2\pi vt + \frac{\pi}{2})$$

What will be the resultant path of electrons?

- (h) Distinguish between damped oscillations and forced oscillations. What is meant by resonance?

2. Answer *any two* parts :

5x2=10

- (a) A spring loaded with mass m_1 has a time period of 0.8s for vertical oscillations. When the same spring is loaded with mass m_2 . The time period becomes. Calculate the time period when the spring is loaded with both the masses.

- (b) What are standing waves? Derive an expression for displacement of a particle located on the standing waves in a string fixed at both ends. Draw the schematic diagram for the first and second modes of vibration of the string.
- (c) For a weakly damped harmonic oscillator, the instantaneous displacement is given by

$$x(t) = a_0 \exp(-bt) \cos(\omega_d t + \phi)$$

Derive an expression for the energy of the oscillator as a function of time.

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2010

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-1 : प्रारंभिक यांत्रिकी

एवं

पी.एच.ई.-2 : दोलन और तरंगे

निर्देश :

- (i) जो छात्र पी.एच.ई.-1 और पी.एच.ई.-2 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्नपत्रों के उत्तर अलग-अलग उत्तर पुस्तिकाओं में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ-साफ लिखकर दें।
- (ii) जो छात्र पी.एच.ई.-1 या पी.एच.ई.-2 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्नपत्र के उत्तर उत्तर-पुस्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ-साफ लिखकर दें।

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-1 : प्रारंभिक यांत्रिकी

समय : 1½ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट : सभी प्रश्न करें। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गये हैं।
प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

कोई पाँच भाग करें :

1. (a) दो बिंदुओं A और B के स्थिति सदिश निम्नलिखित हैं :

3x5=15

$$\vec{r}_A = 3 \hat{i} + 4 \hat{j} + 5 \hat{k}$$

$$\vec{r}_B = 3 \hat{i} + 7 \hat{j} + 8 \hat{k}$$

सदिश \vec{V}_{AB} तथा x-अक्ष के बीच का कोण ज्ञात करें।

- (b) एक कण, वक्र $y=3x^2$ के अनुदिश गतिमान है, जहाँ $x=10t$ । समय t पर कण के स्थिति सदिश, वेग तथा त्वरण परिकलित करें।
- (c) पृथ्वी की सतह से पलायन वेग 11 km s^{-1} है। मंगल ग्रह की सतह से पलायन वेग परिकलित करें जबकी उसका द्रव्यमान $\frac{Me}{9}$ तथा त्रिज्या $Re/2$ है।

- (d) एक लिफ्ट $5ms^{-2}$ के त्वरण से नीचे की ओर गतिमान है। स्थिर लिफ्ट में एक आदमी का भार $600N$ है। आदमी के लिए बल आरेख खींचें। त्वरित लिफ्ट में उसका भार क्या होगा? $g=10ms^{-2}$ लें।
- (e) एक बल्लेबाज $120g$ की गेंद को, $40ms^{-1}$ के क्षैतिज वेग से मारता है। क्षेत्ररक्षक हाथ से गेंद को रोकता है और गेंद संपर्क के लगभग $10^{-3}s$ बाद विरामावस्था में आती है। क्षेत्ररक्षक के हाथ पर कितना औसत बल लगेगा?
- (f) समान द्रव्यमान M वाले दो बिंदु कण लंबाई R की एक पतली द्रव्यमानरहित छड़ से जुड़े हैं। उनका छड़ के मध्यबिंदु से गुजरने वाले अक्ष के प्रतिवेग v से घूर्णन कराया जाता है। निकाय की घूर्णी गतिज ऊर्जा परिकलित करें।
- (g) दो पूर्णतः प्रत्यास्थ गेंदें जिनके द्रव्यमान $100g$ और $300g$ हैं, विपरीत दिशा में क्रमशः चाल $10ms^{-1}$ और $4ms^{-1}$ से गतिमान हैं। पूर्णतः प्रत्यास्थ सीधे (head on) संघट्टन के बाद उनके वेगों की गणना करें।
- (h) पृथ्वी के भीतर और बाहर स्थित बिंदुओं पर गुरुत्वीय त्वरण का आरेख खींचें। पृथ्वी के भीतर और बाहर स्थित बिंदुओं पर उसकी प्रकृति पर टिप्पणी दें।

2. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) संरक्षी बल की परिभाषा दें। सिद्ध करें कि गुरुत्वकर्षण बल संरक्षी है।
- (b) एक द्विक-तारा निकाय में समान द्रव्यमान वाले दो संहत तारे हैं जो अपने संहति केंद्र के चारों ओर वर्तुल कक्षा में गतिमान हैं। प्रत्येक तारे का परिक्रमण काल 15 दिन है और वेग 200 km s^{-1} है। प्रत्येक तारे का द्रव्यमान परिकलित करें। $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ लें।
- (c) द्रव्यमान M और त्रिज्या R का एक पिंड एक नितल पर बिना फिसले लुढ़कता है। उसकी कुल गतिज ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न करें। अतएव, एक ठोस एकसमान गोले, जिसका द्रव्यमान M और त्रिज्या R है, द्रव्यमान का नततल के निचले छोर पर वेग परिकलित करें जबकि वह ऊंचाई h से लुढ़कता है।
-

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-2 : दोलन और तरंगे

समय : 1½ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

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

1. **किन्ही पाँच** भागों के उत्तर दें : 3x5=15

(a) एक सरल आवर्त दोलित्र के त्वरण का अधिकतम मान a_0 तथा उसके वेग का अधिकतम मान v_0 है। a_0 और v_0 के पदों दोलित्र का विस्थापन आयाम में निर्धारित करें।

(b) 4 kg द्रव्यमान और 10 cm व्यास वाले एक ठोस गोलक को एक तार से लटकाया जाता है। यदि तार को ऐठन देने के लिए आवश्यक बलआघूर्ण का मान $4 \times 10^{-3} \text{ Nmrad}^{-1}$ है तो कोणीय दोलन का आवर्तकाल परिकलित करें।

(c) एक कण की गति का व्यंजक है :

$$x = a \sin \omega t + b \cos \omega t$$

क्या इस कण की गति सरल आवर्त गति है? अपने उत्तर की पुष्टि करें।

- (d) किसी तनित तार पर संचरित अनुप्रस्थ तरंग का व्यंजक है :

$$y=5 \sin \pi(3.0 t - 0.2x)$$

जहाँ x तथा y cm में हैं और t सेकेण्ड में है।

- (a) तरंग का तरंगदैर्घ्य, तथा
(b) तार के कणों की चाल का अधिकतम मान परिकलित करें।
(e) ऊर्मिकाओं के प्रावस्था वेग का व्यंजक है :

$$V=C\sqrt{k}$$

जहाँ C एक स्थिरांक है तथा k तरंग की तरंग संख्या है।
ऊर्मिकाओं का समूह वेग परिकलित करें।

- (f) एक श्रोता ध्वनि के एक स्थिर स्रोत की ओर अग्रसर है।
यदि आभासी आवृत्ति का मान, वास्तविक आवृत्ति का 1.2 गुना है तो श्रोता का वेग परिकलित करें।
(g) किसी कैथोड किरण आसिलोस्कोप में दो परस्पर लंबवत विद्युत क्षेत्रों के कारण उत्पन्न इलेक्ट्रॉनों के विक्षेपणों के व्यंजक हैं :

$$x = 4 \cos 2\pi vt$$

$$y = 4 \cos (2\pi vt + \frac{\pi}{2})$$

इलेक्ट्रॉनों का परिणामी पथ किस प्रकार का होगा?

- (h) अवमंदित दोलन और प्रणोदित दोलन में अंतर बताएं।
अनुनाद से आप क्या समझते हैं?

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखें :

2x5=10

- (a) द्रव्यमान m_1 द्वारा भारित कमानी के ऊर्ध्वाधर दोलन का आवर्त काल 0.8s है। इसी कमानी को द्रव्यमान m_2 द्वारा भारित करने पर आवर्तकाल का मान 0.6s हो जाता है। यदि इस कमानी को दोनों द्रव्यमानों द्वारा एक साथ भारित किया जाए तो निकाय के आवर्तकाल का मान परिकलित करें।
- (b) अप्रगामी तरंगें क्या होती हैं? दोनों छोरों पर स्थिर तार पर जनित अप्रगामी तरंग पर स्थित किसी कण के विस्थापन के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें। तार की प्रथम तथा द्वितीय कंपन विधाओं के लिए व्यवस्था चित्र आरेखित करें।
- (c) एक दुर्बलतः अवमंदित आवर्त दोलित्र के लिए तात्क्षणिक विस्थापन का व्यंजक है :

$$x(t) = a_0 \exp(-bt) \cos(\omega_d t + \phi)$$

समय के फलन के रूप में दोलिवा की ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न करें।

