

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2011

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. Marks for each question are indicated against the question. You may use log tables or simple calculator. Symbols have their usual meaning unless indicated.

1. Do *any five* of the following : 3x5=15

(a) A particle of mass m is projected from point O with a velocity v_0 at an angle θ with the horizontal. Determine its position vector after time t .

(b) Distinguish between linear momentum and impulse. Explain why it is less dangerous to fall on a mattress than on a hard floor.

(c) A spring is governed by the force law

$$\vec{F} = -\left(x - 4x^3\right)\hat{i}. \text{ Determine the values of}$$

x at which the system is in equilibrium.

(d) What are conservative and non-conservative forces ? Give one example for each.

(e) Derive the expression for the acceleration of a particle in non-uniform circular motion using plane polar coordinates.

- (f) What physical quantities are conserved for the motion of a planet around the sun ? Explain.
- (g) An object is rotated on a horizontal centrifuge of radius 10 m. Determine the speed of the object if its centripetal acceleration is $4g$. What is the time period of motion ? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.
- (h) With the help of a diagram, show that

$$\tan \theta_L = \frac{\sin \theta_{cm}}{\cos \theta_{cm} + \gamma}, \quad \gamma = \frac{V}{V_1^1} \text{ where } \theta_L$$

and θ_{cm} are the angles of scattering in the laboratory and centre-of-mass frames of reference, V is the velocity of the

centre-of-mass and V_1^1 is the velocity of the incident particle in the centre-of-mass frame after collision.

2. Attempt *any two* parts :

- (a) A roller coaster has a vertical circular section of radius 10 m. Determine the minimum speed of a train if it is not to leave the track even at the top of the vertical circle. Draw the appropriate force diagram. 4+1
- (b) Three particles of equal mass m are placed at the corners of an equilateral triangle of side L . Determine the centre-of-mass of the system. Calculate the work done to separate them to infinite distance from each other. 3+2

- (c) If the period of rotation of the earth decreases by $1\mu\text{ s}$ in one year, determine the change in its rotational energy in a day. Take the mass of the earth as $6.0 \times 10^{24}\text{ kg}$ and its radius as 6400 km . 5
-

PHYSICS

PHE-2 : OSCILLATIONS AND 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. Attempt *any three* parts : 5x3=15

(a) What is a compound pendulum ? Calculate the expression for the length of an equivalent simple pendulum.

(b) Quality factor Q of a sonometer wire is 2×10^3 . On plucking, it executes 240 vibrations per second. Calculate the time in which the amplitude decreases to $\frac{1}{e^2}$ of the initial value.

(c) A damped harmonic Oscillator has the amplitude of 20 cm. It reduces to 2 cm after 100 oscillations, each of period 4.6 s. Calculate the logarithmic decrement and damping constant. Compute the number of oscillations in which the amplitude drops by 50%.

- (d) An open pipe is suddenly closed at one end with the result that the frequency of third harmonic of the closed pipe is found to be higher by 100 Hz than the fundamental frequency of the open pipe. Calculate the fundamental frequency of the open pipe.
- (e) The waves of an electrically maintained tuning fork of frequency 76 Hz have an amplitude 0.15×10^{-2} m. Calculate
- the energy radiated per meter³ and
 - the energy current.

Take the speed of sound as 332 ms^{-1} and the density of air as 1.29 kgm^{-3} .

2. Attempt *any two* parts :

5x2=10

- (a) Consider two identical spring-mass systems connected by a spring of spring constant k' .
- Show their equilibrium and instantaneous configurations and write down the equation of motion of these masses when they are made to execute longitudinal oscillations.
 - Is their motion simple harmonic ? Justify your answer.
 - Can we reduce these equations to the standard equation of SHM ? If so, how ? Show all the mathematical steps.

- (b) Using boundary conditions for transverse waves, calculate the amplitude reflection and transmission coefficients.
- (c) A wave is propagating on a string fixed at both ends. It is reflected at one of the fixed ends. Discuss the nature of waves formed due to their superposition. Give all necessary mathematical steps.
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसंबर, 2011

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 गए हैं।
आप लॉग सारणियों या अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई पाँच भाग करें :

3x5=15

- (a) द्रव्यमान m वाले एक कण को बिन्दु O से क्षैतिज से θ कोण पर v_0 वेग के साथ प्रक्षेपित किया जाता है। समय t के बाद कण का स्थिति सदिश निर्धारित करें।
- (b) रैखिक संवेग और आवेग में अंतर बताएँ। समझाएँ कि क्यों एक सख्त फर्श पर गिरने की अपेक्षा एक गद्दे पर गिरना कम खतरनाक होता है।
- (c) एक कमानी पर बल नियम $\vec{F} = -(x - 4x^3)\hat{i}$ लागू होता है। x के मान निर्धारित करें जिन पर निकाय साम्यावस्था में हैं।
- (d) संरक्षी एवं असंरक्षी बल क्या होते हैं? प्रत्येक का एक-एक उदाहरण दीजिए।
- (e) समतल ध्रुवी निर्देशांकों में असमान वर्तुल गति करते हुए एक कणक त्वरण का व्यंजक मालूम करें।

- (f) सूर्य के गिर्द ग्रह की गति में कौन-सी भौतिक राशियाँ संरक्षित रहती हैं? समझाएँ।
- (g) एक पिण्ड का 10 m त्रिज्या वाले एक क्षैतिज अपकेन्द्रण यंत्र में घूर्णन कराया जाता है। यदि अभिकेन्द्र त्वरण $4g$ हो तो पिण्ड की चाल ज्ञात करें। गति का आवर्त काल क्या होगा? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें।
- (h) आरेख की सहायता से सिद्ध करें कि :

$$\tan \theta_L = \frac{\sin \theta \text{ cm}}{\cos \theta \text{ cm} + \gamma}, \quad \gamma = \frac{V}{V_1} \text{ जहाँ } \theta_L \text{ और } V_1$$

θ_{cm} क्रमशः प्रायोगिक निर्देश तंत्र और संहति केन्द्र निर्देश तंत्र में प्रकीर्णन कोण हैं, V संहति केन्द्र की चाल है और V_1 , संघट्टन के बाद, संहति केन्द्र निर्देश तंत्र में आपतित कण की चाल है।

2. कोई दो भाग करें :

- (a) एक रोलर कोस्टर का एक ऊर्ध्वाधर वृत्ताकार भाग है 4+1 जिसकी त्रिज्या 10 m है। ऊर्ध्वाधर वृत्त के शीर्ष पर भी रेलगाड़ी पटरी पर बनी रहे, इसके लिए ट्रेन की न्यूनतम चाल क्या होनी चाहिए? उचित बल आरेख बनाएँ।
- (b) बराबर द्रव्यमान m वाले तीन पिण्ड भुजा L वाले एक 3+2 समबाहु त्रिभुज के तीन कोनों पर रखे गये हैं। निकाय का संहति केन्द्र निर्धारित करें। इन पिण्डों को एक दूसरे से अनंत दूरी पर ले जाने के लिए कितना कार्य करना पड़ेगा?

- (c) यदि पृथ्वी का घूर्णन काल प्रति वर्ष $1\mu s$ से कम हो रहा है, उससे एक दिन में पृथ्वी की घूर्णन ऊर्जा में हो रहा परिवर्तन परिकलित करें। पृथ्वी का द्रव्यमान $6.0 \times 10^{24}kg$ और उसकी त्रिज्या 6400 km लें। 5
-

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-2 : दोलन और तरंगें

समय : $1\frac{1}{2}$ 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. कोई तीन भाग करें :

5x3=15

- (a) पिंड लोलक क्या होता है? इसके समतुल्य सरललोलक की लंबाई का व्यंजक व्युत्पन्न करें।
- (b) एक सोनोमीटर तार का गुणता कारक Q का मान 2×10^3 है। कर्षित करने पर यह तार प्रति सेकेंड 240 कंपन करता है। समय का वह मान परिकलित करें जिसमें आयाम का मान उसके आरंभिक मान से $\frac{1}{e^2}$ गुना कम हो जाता है।
- (c) किसी अवमंदित आवर्त दोलित्र का आयाम 20 cm है। आवर्त काल 4.6 s वाले 100 दोलनों के बाद आयाम का मान घटकर 2 cm हो जाता है। लघुगणकीय ह्रास तथा अवमंदन स्थिरांक परिकलित करें। दोलनों की वह संख्या भी परिकलित करें जिसके बाद आयाम घटकर 50 प्रतिशत रह जाता है।

- (d) एक खुली नलिका के एक सिरे को अचानक बंद करने पर यह पाया जाता है कि बंद नलिका के तृतीय संनादी का मान, खुली नलिका की मूल आवृत्ति से 100 Hz अधिक हो जाता है। खुली नलिका की मूल आवृत्ति का मान ज्ञात करें।
- (e) 76 Hz आवृत्ति वाले विद्युत्-पोषित स्वरित्र द्विभुज का आयाम $0.15 \times 10^{-2} \text{ m}$ है।
- (i) प्रति m^3 उत्सर्जित ऊर्जा तथा
- (ii) ऊर्जा प्रवाह परिकलित करें।
- मान लें कि ध्वनि की चाल का मान 332 ms^{-1} है तथा वायु का घनत्व 1.29 kgm^{-3} है।

2. कोई दो भाग करें :

5x2=10

- (a) दो कमानी-संहति निकाय एक दूसरे से कमानी स्थिरांक k' वाली एक कमानी से जुड़े हैं।
- (i) इस निकाय का सम्यावस्था तथा तात्क्षणिक विन्यास आलेखित करें तथा इन दो संहतियों के लिए गति समीकरण लिखें जब वे अनुदैर्ध्य दोलन करते हैं।
- (ii) क्या इन संहतियों की गति सरल आवर्त गति है? अपने उत्तर की पुष्टि करें।
- (iii) क्या इन समीकरणों को सरल आवर्त गति के मानक समीकरण में परिवर्तित किया जा सकता है? यदि हाँ, तो कैसे? ऐसा करने के सभी गणितीय चरण लिखें।

- (b) अनुप्रस्थ तरंगों के लिए परिसीमा प्रतिबन्धों का उपयोग कर आयाम परावर्तन तथा पारगमन गुणांक परिकलित करें।
- (c) दोनों सिरों पर स्थिर एक तार पर एक तरंग संचरित होता है। यह तरंग एक स्थिर सिरे से परावर्तित होती है। इन तरंगों के अध्यारोपण के कारण निर्मित तरंग के स्वरूप की चर्चा करें। इस संदर्भ में सभी आवश्यक गणितीय चरण बताएं।
-