

01050

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2010

PHYSICS

PHE-1 : ELEMENTARY MECHANICS

&

PHE-2 : OSCILLATION & 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. You may use log tables or non programmable calculators, symbols have their usual meanings.

Attempt *any five* parts :

5x3=15

1. (a) The position vector of a particle at time t is given by $\vec{r} = A \cos \omega t \hat{i} + A \sin \omega t \hat{j}$ where A and ω are constants. Deduce
- (i) the speed of the particle at time t ; and
 - (ii) the angle between the acceleration vector and the displacement vector at time t .
- (b) What is escape velocity ? Show that the escape velocity From a planet of radius R

and density ρ is given by $\sqrt{\frac{8\pi G\rho R^2}{3}}$.

- (c) Explain the meaning of the centre of mass. Determine the expression of position vector and velocity of centre of mass of a systems of particles.
- (d) A 100 g stone revolved at the end of a 50 cm long string at the rate of 2 revolutions per second. Determine its angular momentum. If after 25 s it is making only one revolution per second, calculate the mean torque.
- (e) Calculate the effective weight of an astronaut ordinarily weighing 60 kg. When his rocket moves vertically
- (i) upward and
 - (ii) downwards with 6g acceleration.
- (f) What is a Conservative force ? Show that the force of gravitation is conservative ?
- (g) Show that for elastic collisions, between 2 particles the magnitudes of the velocities remain unchanged before and after the collision in the c.m.frame of reference.
- (h) Two particles of equal mass m are connected by a massless rope of length $2r$. They are isolated in space orbiting their centre-of-mass at speed v . Calculate the angular momentum and kinetic energy of the system.

2. Attempt any two parts :

2x5=10

- (a) A single stage rocket consumes 100 kg of fuel per second. The exhaust velocity is $5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$. What force is exerted on the rocket? What will the velocity of the rocket be at the instant when its mass is reduced to $1/20^{\text{th}}$ of its initial mass? It is given that its initial velocity is zero. Neglect gravity.
- (b) Suppose a particle of mass m_1 is incident on a particle, of mass m_2 initially at rest. Derive the relation between the angles of recoil of the two masses. Show that both particles move along the same straight line as that of the initial direction of the projectile, if $m_1 \gg m_2$.
- (c) A ring, a solid cylinder and a solid sphere of the same mass M and same radius R roll down from the same height h . Which one of these reaches the bottom of the incline first? Explain using energy conservation and give the necessary derivations.
-

PHYSICS

PHE-2 : OSCILLATION & 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 five* parts : 5x3=15

- (a) The energy of a simple pendulum is 1 joule, length is 2m and amplitude of motion is 3 cm. Calculate its energy when the amplitude is 5 cm.
- (b) Two collinear simple harmonic oscillators having equal amplitudes and frequencies are superposed. Calculate the resultant amplitude if they have a phase difference of 120° .
- (c) The equation of SHM is given by
$$x = 3 \sin 10 \pi t + 4 \cos 10 \pi t$$
where x is in cm and t is in seconds. Calculate the amplitude and time period of oscillations.
- (d) The relaxation time of a damped harmonic oscillator is 50s. Calculate the time in which the amplitude falls to half its initial value.

- (e) A damped system is represented by the equation

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 14\frac{dx}{dt} + 49x = 0$$

What is the nature of damping ? Justify your answer. Give an example of such a damping.

- (f) If the length of a string, obeying Hooke's law, is stretched by an amount x , the speed of transverse waves on it is v . Determine the speed of the wave on the string if it is stretched by $1.5x$.
- (g) A pipe 30.0 cm long is open at both ends which harmonic mode of the pipe is resonantly excited by a 1.1 kHz source ?
- (h) A wave is expressed as :
 $y = 0.5 \sin \pi (0.01x - 3t)$
where x and y in cm and t is in second.
Calculate the speed of propagation of the wave.

2. Attempt *any two* parts : 2x5=10

- (a) A body of mass 0.5 kg is suspended from a spring of force constant 200 Nm^{-1} . The damping force acting on it is $10 v \text{ N}$. Write down the equation of motion and calculate the period of free oscillations. Identify whether the system is heavily damped critically damped or weakly damped. Justify your answer.

- (b) What is Doppler's effect ? Deduce the expression for the apparent frequency when
- (i) a source of sound approaches a stationary observer, and
 - (ii) an observer approaches a stationary source of sound.
- (c) Two progressive waves having the same amplitude, frequency and wavelength, and travelling in opposite directions, are superposed.
- (i) Does the resultant wave represent a travelling wave ? Justify your answer.
 - (ii) Determine the positions of maximum and minimum displacement of a particle in the resultant wave.
 - (iii) Determine the distance between two consecutive points of maximum displacement in the resultant wave in terms of wavelength.
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2010

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-1 : प्रारंभिक यांत्रिकी

एवं

पी.एच.ई.-2 : दोलन और तरंग

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

कोई पाँच भाग करें :

5x3=15

1. (a) क्षण t पर एक कण का स्थिति सदिश इस प्रकार है :

$$\vec{r} = A \cos \omega t \hat{i} + A \sin \omega t \hat{j}$$

(i) क्षण t पर कण की चाल तथा

(ii) क्षण t पर त्वरण सदिश और विस्थापन सदिश के बीच का कोण प्राप्त करें।

- (b) पलायन वेग क्या है? सिद्ध करें कि त्रिज्या R और घनत्व

ρ वाले किसी ग्रह से पलायन वेग $\sqrt{\frac{8\pi G\rho R^2}{3}}$ होता है।

- (c) संहति केन्द्र का अर्थ समझाएँ। एक बहु-कण निकाय के संहति केन्द्र के स्थिति सदिश और वेग के व्यंजक प्राप्त करें।

- (d) 50 cm लम्बे धागे से बंधा एक 100 g का पत्थर 2 परिक्रमण प्रति सेकंड की दर से घूमता है। यदि 25 s के बाद वह केवल 1 परिक्रमण प्रति सेकंड कर रहा है, तो औसत बलआघूर्ण प्राप्त करें।
- (e) 60 kg वाले एक अंतरिक्ष यात्री का प्रभावी भार परिकल्पित करें जब उनका राकेट ऊर्ध्वाधर दिशा में $6g$ त्वरण के साथ
- (i) ऊपर और
- (ii) नीचे जा रहा हो।
- (f) संरक्षी बल क्या है? सिद्ध करें कि गुरुत्वाकर्षण बल संरक्षी होता है।
- (g) सिद्ध करें कि दो कणों के बीच प्रत्यास्थ संघट्टनों के लिए, संघट्टन से पहले और उसके बाद संहीत केंद्र निर्देश तंत्र में कणों की चाल नियत बनी रहती है।
- (h) समान द्रव्यमान m वाले दो कण $2r$ लंबाई वाली एक भारहीन रस्सी से जुड़े हुए हैं। वे अंतरिक्ष में विलगित हैं और चाल अपने v संहीत केन्द्र की परिक्रमा कर रहे हैं। निकाय का कोणीय संवेग और गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

2. कोई दो भाग करें :

2x5=10

- (a) एक एकचरण रॉकेट प्रति सेकंड 100 kg ईंधन की खपत करता है। रेचन वेग $5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$ है। रॉकेट पर लगा हुआ बल ज्ञात कीजिए। उस क्षण पर रॉकेट का वेग ज्ञात कीजिए जब उसका द्रव्यमान उसके प्रारंभिक द्रव्यमान का $1/20^{\text{वां}}$ हिस्सा हो। दिया गया है कि प्रारंभिक वेग शून्य है। आप गुरुत्व को नगण्य मानें।
- (b) मान लीजिए कि m_1 द्रव्यमान का एक कण, m_2 द्रव्यमान के कण पर आपतित होता है जो विरामावस्था में है। दोनों कणों के प्रतिक्रमण कोणों के बीच का संबंध व्युत्पन्न करें। सिद्ध करें कि यदि $m_1 \gg m_2$ हो, तो दोनों कण संघट्टन के बाद पहले कण की प्रारंभिक दिशा में एक ही सरल रेखा में चलते हैं।
- (c) एक वलय, एक ठोस बेलन और एक ठोस गोला, जिनकी त्रिज्या R और द्रव्यमान M समान हैं, एक नत समतल पर एक समान ऊंचाई h से लुढ़क रहे हैं। इनमें से कौन सा पिंड समतल के तल पर पहले पहुंचेगा? ऊर्जा संरक्षण का प्रयोग करते हुए समझाएँ और आवश्यक व्युत्पत्ति भी दें।

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-2 : दोलन और तरंग

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

(a) किसी साल लोलक की ऊर्जा 1 joule, उसकी लंबाई 2m तथा उसकी गति का आयाम 3 cm है। यदि इस लोलक का आयाम 5 cm हो तो इसकी ऊर्जा परिकलित करें।

(b) बराबर आयामों तथा आवृत्तियों वाले दो सरेख सरल आवर्त दोलित्रों को अध्यारोपित किया जाता है। यदि इनके बीच प्रावस्था अंतर का मान 120° है तो परिणामी आयाम परिकलित करें।

(c) किसी सरल आवर्ति गति का समीकरण निम्नलिखित हैं :

$$x = 3 \sin 10 \pi t + 4 \cos 10 \pi t$$

जहाँ x cm में है तथा t सेकेंड में है। दोलन का आयाम तथा आवर्तकाल परिकलित करें।

(d) किसी अवमंदित आवर्त दोलित्र का विश्रांति काल 50s है। वह समय परिकलित करें जिसमें दोलन के आयाम का मान, आरंभिक आयाम के मान का आधा हो जाता है।

(e) एक अवमंदित निकाय को निम्नलिखित समीकरण द्वारा निरूपित किया जाता है :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 14\frac{dx}{dt} + 49x = 0$$

अवमंदन की प्रकृति क्या है? अपने उत्तर की पुष्टि करें। इस प्रकार के अवमंदन का एक उदाहरण बताएं।

(f) हुक नियम का पालन करने वाले एक तार की लंबाई जब x मात्रा से बढ़ जाती है तो इस तार पर जनित अनुप्रस्थ तरंग का वेग v है। इस तार पर अनुप्रस्थ तरंग के वेग का मान परिकलित करें यदि इसकी लंबाई $1.5x$ मात्रा से बढ़ा दी जाती है।

(g) 30 cm लंबी एक नलिका दोनों छोरों पर खुली है। यदि 1.1 kHz स्रोत का अनुप्रयोग किया जाए तो नलिका का कौन सा संनाद, अनुवादी रूप से उत्तेजित होगा ?

(h) एक तरंग का समीकरण निम्नलिखित है :

$$y = 0.5 \sin \pi (0.01x - 3t)$$

जहां x तथा y cm में हैं और t सेकेण्ड में है। तरंग की संचरण चाल परिकलित करें।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दें : 2x5=10

- (a) 0.5 kg द्रव्यमान वाला एक पिंड एक कमाने से लटकाया जाता है। कमाने का बल स्थिरांक 200 Nm^{-1} है। इस निकाय पर कार्यरत मंदन बल 10 vN है। इस निकाय के लिए गति समीकरण लिखें तथा इसके मुक्त दोलन का आवर्तकाल परिकलित करें। बताएं कि यह निकाय प्रबल रूप से अवमंदित है, क्रांतिकतः अवमंदित है अथवा दुर्बलतः अवमंदित है। अपने उत्तर की पुष्टि करें।
- (b) डॉपलर प्रभाव क्या होता है? निम्नलिखित स्थितियों के लिए आभासी आवृत्ति का व्यंजक व्युत्पन्न करें :
- (i) ध्वनि का स्रोत एक स्थिर प्रेक्षक की ओर अग्रसर है, तथा
- (ii) एक प्रेक्षक, स्थिर स्रोत की ओर अग्रसर है।
- (c) बराबर आयाम, आवृत्ति तथा तरंगदैर्घ्य वाली दो प्रगामी तरंगों, जो विपरीत दिशाओं में गमन कर रही हैं, को अध्यारोपित किया जाता है।
- (i) क्या परिणामी तरंग एक प्रगामी तरंग है? अपने उत्तर की पुष्टि करें।
- (ii) परिणामी तरंग में कणों के अधिकतम और न्यूनतम विस्थापन का स्थान निर्धारित करें।
- (iii) परिणामी तरंग में, तरंगदैर्घ्य के पदों में अधिकतम विस्थापन वाले दो क्रमागत स्थानों के बीच की दूरी परिकलित करें।