

No. of Printed Pages : 15

BPHE-101/PHE-01/BPHE-102/PHE-02

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination, June, 2017****PHYSICS****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS****&****BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES****Instructions :**

- (i) *Students registered for both BPHE-101 / PHE-01 and BPHE-102 / 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 BPHE-102 / PHE-02 should answer the relevant question paper after entering their enrolment number, course code and course title on the answer book.*

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01/बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02
---------------------------------------------------------

**विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)****सत्रांत परीक्षा, जून, 2017****भौतिक विज्ञान****बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी एवं****बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें****निर्देश :**

- (i) जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101 / पी.एच.ई.-01 और बी.पी.एच.ई.-102 / पी.एच.ई.-02 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्न-पत्रों 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 बी.पी.एच.ई.-102 / पी.एच.ई.-02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्न-पत्र के उत्तर, उत्तर पुस्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ़-साफ़ लिखकर दें।

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2017**

**BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS**

*Time :  $1\frac{1}{2}$  hours*

*Maximum Marks : 25*

---

***Note :** Attempt **all** questions. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use log tables or calculators.*

---

1. Attempt any *two* parts :

$2 \times 6 = 12$

- (a) A crate is moved across the floor by pulling a rope tied to it. The force on the crate is of magnitude 450 N and is directed at an angle of  $60^\circ$  to the horizontal. The force of friction on the crate is 125 N. The mass of the crate is 300 kg. Draw the free body diagram for the system and calculate the acceleration of the crate. Calculate the work done by each of the forces in displacing the crate by 5.0 m. Which of these forces is a "no-work" force ?  $1+2+2+1$

- (b) (i) A block of mass 2 kg is dropped vertically from a height of 40 cm onto a spring. The force constant of the spring is  $1960 \text{ Nm}^{-1}$ . Calculate the maximum compression of the spring. 3
- (ii) Sand falls onto a conveyor belt at a constant rate of  $40.0 \text{ kg s}^{-1}$ . Determine the force required to maintain a constant velocity of  $5.0 \text{ ms}^{-1}$  of the belt. 3
- (c) (i) The potential energy function for a simple harmonic oscillator is  $U(x) = \frac{1}{2} kx^2$ . What is the equilibrium position of the system? Explain whether it is a position of stable, unstable or neutral equilibrium. 3
- (ii) A car weighing 1400 kg is moving up a hill at a speed of  $54 \text{ km hr}^{-1}$  when its motor stops. After that it reaches a point at a height 10 m. Calculate the work done against friction. (Take  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ) 3
- (d) A body whose moment of inertia is  $3.0 \text{ kg m}^2$  is at rest. It is rotated for 20 s by a torque of 6.0 Nm. Calculate the (i) angular displacement of the body in 20 s. (ii) angular momentum of the body at 20 s. Is the angular momentum of the body constant? Explain. (iii) work done by the torque. 2+3+1

2. Attempt any *one* part :

1×5=5

- (a) What is the total mechanical energy of a satellite of mass 1000 kg moving around the Earth in an orbit with  $a = 1000$  km ? Determine the eccentricity and shape of the orbit if the apogee distance is  $r_a = 3500$  km. (Use  $M_e = 6.0 \times 10^{24}$  kg and

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}) \quad 3+2$$

- (b) The position vector of a particle of mass 3 kg is  $\vec{r}_1 = 3\hat{i} + 3t\hat{j} + 2t^2\hat{j}$  and that of a particle of mass 5 kg is  $\vec{r}_2 = 3\hat{i} - 2t^2\hat{i} - 6t\hat{j}$ , where  $t$  is in s and  $r$  is in m. Determine the position of the centre of mass of the system and the velocity of the centre of mass at  $t = 2$  s. 3+2

3. (a) A cannon ball of mass 6 kg is fired from east to west with a speed of  $50 \text{ km hr}^{-1}$ , at a latitude of  $30^\circ \text{ S}$ . What is the magnitude and direction of the Coriolis force on it? 3

**OR**

A ball of mass  $m$  is hanging from a string attached to the roof of a car. The car has an acceleration  $\vec{a}$  and the ball is at rest with respect to the car. For an observer in the car, determine the angle that the string makes with the vertical. 3

- (b) A proton moving with a speed of  $10^6 \text{ ms}^{-1}$  collides with a second proton, initially at rest. One of the protons emerges from the collision at an angle of  $30^\circ$  and the other at  $60^\circ$  from the incident direction. Calculate the speeds of both protons after the collision. Is the collision elastic ? 3+2

**OR**

The moment of inertia of a circular disc about an axis passing through its centre and perpendicular to its plane is  $10 \text{ kg m}^2$ . It is rotating clockwise with an angular speed of 60 rpm. Another disc with a rotational inertia of  $5 \text{ kg m}^2$  is rotating anticlockwise with an angular speed of 30 rpm. At some instant this disc is dropped on top of the first disc so that they rotate as one rigid body about their common axis of rotation. Calculate the final angular speed of the system. 5

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2017

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

समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

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

1. कोई दो भाग कीजिए :

2×6=12

(क) एक बक्से (क्रेट) को फ़र्श पर उस पर बँधी हुई एक रस्सी से खींचा जाता है। बक्से पर लगने वाले बल का परिमाण 450 N है और बल की दिशा और क्षैतिज के बीच का कोण  $60^\circ$  है। बक्से पर लगने वाला घर्षण बल 125 N है। बक्से का द्रव्यमान 300 kg है। इस निकाय के लिए बल-निर्देशक आरेख खींचिए और बक्से का त्वरण परिकलित कीजिए। बक्से को 5.0 m विस्थापित करने में प्रत्येक बल द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

इनमें से कौन-सा बल “कार्य-रहित” बल है ?  $1+2+2+1$

- (ख) (i) द्रव्यमान 2 kg वाले एक पिंड (ब्लॉक) को 40 cm की ऊँचाई से ऊर्ध्वाधरतः एक कमानी पर गिराया जाता है। कमानी का बल स्थिरांक  $1960 \text{ Nm}^{-1}$  है। कमानी का अधिकतम संपीडन परिकलित कीजिए। 3
- (ii) संवाहक (कन्वेयर) बेल्ट पर रेत  $40.0 \text{ kg s}^{-1}$  की अचर दर से गिरती है। बेल्ट का  $5.0 \text{ ms}^{-1}$  का अचर वेग बनाए रखने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी? 3
- (ग) (i) एक सरल आवर्त दोलक के लिए स्थितिज ऊर्जा फलन  $U(x) = \frac{1}{2} kx^2$  है। निकाय की साम्यावस्था स्थिति क्या है? समझाइए कि इस स्थिति पर निकाय स्थायी, अस्थायी या उदासीन साम्यावस्था में है। 3
- (ii) द्रव्यमान 1400 kg वाली एक कार एक पहाड़ के ऊपर  $54 \text{ km hr}^{-1}$  की चाल से चल रही है जब उसकी मोटर बंद हो जाती है। उसके बाद वह वहाँ से 10 m की ऊँचाई तक पहुँच जाती है। घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य परिकलित कीजिए। ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$  लीजिए) 3
- (घ) एक पिंड जिसका जड़त्व आघूर्ण  $3.0 \text{ kg m}^2$  है, विरामावस्था में है। उसे 20 s के लिए  $6.0 \text{ Nm}$  के बल-आघूर्ण द्वारा घुमाया जाता है। (i) 20 s में पिंड का कोणीय विस्थापन परिकलित कीजिए। (ii) 20 s पर पिंड का कोणीय संवेग परिकलित कीजिए। क्या पिंड का कोणीय संवेग अचर है? समझाइए। (iii) बल-आघूर्ण द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए। 2+3+1

2. कोई एक भाग कीजिए :

1×5=5

(क) द्रव्यमान 1000 kg का एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर एक कक्षा में गतिमान है जिसके लिए  $a = 1000 \text{ km}$  है। उपग्रह की कुल यांत्रिक ऊर्जा क्या होगी ? यदि कक्षा की भूमि-उच्च (अपभू) दूरी  $r_a = 3500 \text{ km}$  हो, तो कक्षा की उत्केन्द्रता और आकार ज्ञात कीजिए।  
( $M_e = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$  और

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \text{ प्रयोग कीजिए) } 3+2$$

(ख) द्रव्यमान 3 kg वाले एक कण का स्थिति सदिश  $\vec{r}_1 = 3\hat{i} + 3t\hat{j} + 2t^2\hat{j}$  है और द्रव्यमान 5 kg वाले एक कण का स्थिति सदिश  $\vec{r}_2 = 3\hat{i} - 2t^2\hat{i} - 6t\hat{j}$  है, जहाँ t सेकंड में है और r मीटर में।  $t = 2 \text{ s}$  पर इस निकाय के लिए संहति केंद्र के स्थिति और वेग ज्ञात कीजिए।

3+2

3. (क) द्रव्यमान 6 kg वाले एक तोप के गोले को  $30^\circ \text{ S}$  के अक्षांश पर  $50 \text{ km hr}^{-1}$  की चाल से पूर्व से पश्चिम की ओर छोड़ा जाता है। उस पर लग रहे कोरिऑलिस बल का परिमाण और दिशा क्या है ?

3

अथवा

द्रव्यमान m वाली एक गेंद एक कार की छत से लगे एक धागे से लटकी हुई है। कार त्वरण  $\vec{a}$  से गतिमान है और गेंद कार के सापेक्ष विरामावस्था में है। कार में बैठे हुए प्रेक्षक के लिए धागे और ऊर्ध्वाधर के बीच कोण का मान ज्ञात कीजिए।

3



- (ख)  $10^6 \text{ ms}^{-1}$  की चाल से गतिमान एक प्रोटॉन एक-दूसरे प्रोटॉन से टकराता है जो आरंभ में विरामावस्था में है। संघट्टन के बाद एक प्रोटॉन आपतित दिशा से  $30^\circ$  के कोण पर और दूसरा प्रोटॉन आपतित दिशा से  $60^\circ$  के कोण पर निकलता है। संघट्टन के बाद दोनों प्रोटॉनों की चाल परिकलित कीजिए। क्या यह संघट्टन प्रत्यास्थ है ? 3+2

अथवा

एक वृत्तीय डिस्क का अपने केंद्र से होकर गुज़रने वाले और अपने तल के लंबवत् अक्ष के प्रति जड़त्व आघूर्ण  $10 \text{ kg m}^2$  है। वह दक्षिणावर्त दिशा में  $60 \text{ rpm}$  की कोणीय चाल से घूर्णन कर रही है। एक और डिस्क जिसका जड़त्व आघूर्ण  $5 \text{ kg m}^2$  है, वामावर्त दिशा में  $30 \text{ rpm}$  की कोणीय चाल से घूर्णन कर रही है। किसी क्षण पर इस डिस्क को पहली डिस्क के शीर्ष पर गिराया जाता है जिससे कि वह अपने उभयनिष्ठ घूर्णन अक्ष के प्रति एक दृढ़ पिंड की तरह घूर्णन करने लगती हैं। निकाय की अंतिम कोणीय चाल परिकलित कीजिए।

5

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2017**

**BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES**

*Time :  $1\frac{1}{2}$  hours*

*Maximum Marks : 25*

---

*Note : Attempt **all** questions. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use log tables or non-programmable calculators.*

---

---

1. Attempt any **three** parts :  $3 \times 5 = 15$

- (a) A smooth tunnel is bored through the Earth along one of its diameters and a ball is dropped into it. Show that the ball will execute simple harmonic motion, assuming the Earth to be a homogeneous sphere of uniform density.

- (b) The differential equation for a certain system is given as

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

If  $\omega_0 \gg b$ , obtain the expression for the time in which

- (i) amplitude falls to  $\frac{1}{e}$  times the initial value,
- (ii) energy of the system falls to  $\frac{1}{e}$  times the initial value.
- (c) An object of mass 0.1 kg is suspended from a spring of force constant  $100 \text{ Nm}^{-1}$ . The frictional force  $F_d$  acting on the object is  $5v \text{ N}$ , where  $v$  is its velocity. Write the differential equation for the motion of the object and calculate the time period of oscillation. If a harmonic force  $F = 2 \cos 20t$  is applied on this object, calculate the steady state amplitude of the forced oscillation.
- (d) A 265 Hz sound wave travels with a speed of  $330 \text{ ms}^{-1}$  along the x-axis. Each point of the medium moves up and down through 6.0 mm. Write down the expression for the wave. Calculate the (i) wavelength of the wave, and (ii) velocity and acceleration of the particles of the medium.

- (e) A string of length 1.5 m is fixed at both ends. Its mass per unit length is  $0.02 \text{ kg m}^{-1}$ . The fundamental frequency of the wave on this string is 230 Hz. Calculate the tension in the string.

2. Attempt any *two* parts :

$2 \times 5 = 10$

- (a) Derive the expressions for potential energy and kinetic energy of an oscillating spring-mass system.
- (b) Establish the differential equation for damped harmonic oscillator and obtain its solution.
- (c) Two waves, travelling along the same direction, are given by

$$y_1(x, t) = a \sin(\omega_1 t - k_1 x) \text{ and}$$

$$y_2(x, t) = a \sin(\omega_2 t - k_2 x)$$

Suppose that  $\omega_1$  and  $k_1$  are respectively slightly greater than  $\omega_2$  and  $k_2$ . Derive an expression for the resultant wave obtained due to the superposition of these waves.

---

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2017

बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें

समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

---

नोट : सभी प्रश्न कीजिए । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । आप लॉग सारणियों अथवा अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का उपयोग कर सकते हैं ।

---

1. कोई तीन भाग कीजिए :

$3 \times 5 = 15$

(क) पृथ्वी के व्यास के अनुदिश बनाई गई एक स्मूथ (निर्बाध) सुरंग में एक गेंद गिरायी जाती है । सिद्ध कीजिए कि गेंद की गति सरल आवर्त गति होगी । मान लीजिए कि पृथ्वी एकसमान घनत्व वाला समांग गोला है ।

(ख) किसी निकाय का अवकल समीकरण निम्नवत् है :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

यदि  $\omega_0 \gg b$  हो, तो समय का वह व्यंजक प्राप्त कीजिए जिसमें

- (i) आयाम अपने आरंभिक मान का  $\frac{1}{e}$  गुना रह जाता है,
- (ii) निकाय की ऊर्जा अपने आरंभिक मान का  $\frac{1}{e}$  गुना रह जाती है ।

(ग)  $100 \text{ Nm}^{-1}$  बल नियतांक वाली एक कमानी से  $0.1 \text{ kg}$  द्रव्यमान का एक पिंड लटकाया जाता है । पिंड पर कार्यरत घर्षण बल,  $F_d$  का मान  $5v \text{ N}$  है, जहाँ  $v$  पिंड का वेग है । पिंड की गति के लिए अवकल समीकरण लिखिए तथा दोलन का आवर्त काल परिकलित कीजिए । यदि इस पिंड पर आवर्ती बल  $F = 2 \cos 20t$  आरोपित किया जाता है, तो प्रणोदित दोलन का स्थायी अवस्था आयाम परिकलित कीजिए ।

(घ)  $265 \text{ Hz}$  आवृत्ति वाली ध्वनि तरंग  $x$ -अक्ष के अनुदिश  $330 \text{ ms}^{-1}$  की चाल से संचारित होती है । माध्यम का प्रत्येक बिन्दु ऊपर-नीचे  $6.0 \text{ mm}$  दोलन करता है । तरंग का व्यंजक लिखिए । (i) तरंग का तरंगदैर्घ्य, तथा (ii) माध्यम के कणों का वेग एवं त्वरण परिकलित कीजिए ।

(ड) 1.5 m लंबी तार दोनों छोरों पर बँधी है। तार के प्रति इकाई लंबाई द्रव्यमान का मान  $0.02 \text{ kg m}^{-1}$  है। इस तार पर उत्पन्न तरंग की मूल आवृत्ति का मान 230 Hz है। तार में तनाव परिकलित कीजिए।

2. कोई दो भाग कीजिए :

2×5=10

(क) एक दोलनी कमानी-द्रव्यमान निकाय के लिए स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ख) अवमंदित सरल आवर्त दोलक के लिए अवकल समीकरण स्थापित कीजिए तथा उसका हल प्राप्त कीजिए।

(ग) एक ही दिशा में संचारित दो तरंगें निम्नवत् व्यक्त की जाती हैं :

$$y_1(x, t) = a \sin(\omega_1 t - k_1 x) \text{ तथा}$$

$$y_2(x, t) = a \sin(\omega_2 t - k_2 x)$$

मान लीजिए कि  $\omega_1$  तथा  $k_1$  का मान क्रमशः  $\omega_2$  तथा  $k_2$  से थोड़ा अधिक है। इन तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप प्राप्त परिणामी तरंग का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।