07261

No. of Printed Pages : 15 **BPHE-101/PHE-01/BPHE-102/PHE-02**

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination, December, 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, दिसम्बर, 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 ।

BPHE-101/PHE-01

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 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 : *2×6=12*

(a) (i) A crate of mass 75 kg is pulled along a horizontal floor with constant velocity by a rope attached to the crate. The coefficient of kinetic friction between the floor and the crate is 0·2 and the angle the rope makes with the horizontal is 45°. Calculate the magnitude of the force exerted on the crate by the rope. Draw the free body diagram. Take g = 10 ms^{-2}. *5*

(ii) Draw a labelled diagram of the potential energy function for a simple harmonic oscillator. *1*

(b) (i) State the work-energy theorem. A box of mass 500 g is moving with a speed of $2 \cdot 5 \ ms^{-1}$ on a table. It comes to a stop after travelling a distance of $2 \cdot 6$ m. Calculate the coefficient of kinetic friction between the box and the table. Take $g = 10 \ ms^{-2}$. *1+3*

(ii) A stationary ball is struck by a bat with an average force of 60 N over 10 ms. If the mass of the ball is $0 \cdot 25$ kg, what speed does it have just after the impact ? *2*

(c) (i) A block of mass 2 kg is pushed against a spring kept on a table, compressing it by 20 cm. Then the block is released and it slides along the table. The coefficient of kinetic friction between the block and the table is $0 \cdot 15$ and the spring constant is $200 \ Nm^{-1}$. How far will the block move along the table before it comes to rest ? Take $g = 10 \ ms^{-2}$. *4*

(ii) A particle starts from rest and moves in a circle with constant angular acceleration of $3 \ rad \ s^{-2}$. If the magnitude of the centripetal force on the particle is thrice the magnitude of the tangential force on it, determine its angular speed. *2*

(d) A disc having a rotational inertia of $1 \cdot 2 \times 10^{-3}$ kg m^2 is attached to an electric motor which exerts a torque of 16·0 Nm on it. Calculate the disc's (i) angular speed, and (ii) angular momentum 30 s after the motor is turned on. Is the disc's angular momentum conserved ? Explain. *3+2+1*

2. Attempt any ***one*** part : *1×5=5*

(a) (i) Write down the features of motion under central conservative forces. *2*

(ii) Two satellites of Saturn are at distances of 197700 km and 527108 km, respectively, from its centre. If the orbital time period of the first satellite is 1·03 days, what is the orbital time period of the second satellite (in days) ? *3*

(b) Write down the expression for the position vector of the centre of mass of an N-particle system. Four particles of mass m, 2m, 3m and 4m are located at the four corners of a square of side a. Locate the centre of mass of this system. *1+4*

3. Attempt any ***one*** part : *1×5=5*

(a) A particle of mass 4·0 kg moving with a velocity of $2 \cdot 0 \text{ ms}^{-1} \hat{i}$ collides elastically with a particle of mass 6·0 kg moving with a velocity of $(-4 \cdot 0 \text{ ms}^{-1})\hat{i}$. What is the velocity of the centre of mass of the system ? Calculate the velocities of the two particles after the collision using the c.m. frame of reference. *1+4*

(b) State the conditions for the mechanical equilibrium of a rigid body. A uniform ladder of mass 20 kg rests against a smooth vertical wall at an angle of 53° to it. The other end rests on a rough horizontal floor. Determine the frictional force that the floor exerts on the ladder. *1+4*

Take :

$\sin 53° = \frac{4}{5}$, $\cos 53° = \frac{3}{5}$ and $g = 10\ ms^{-2}$.

4. Attempt any ***one*** part : *1×3=3*

(a) What should the minimum angular speed of the earth be so that objects would fly off its surface ?

Take $g = 10\ ms^{-2}$ and $R_E = 6400$ km. *3*

(b) What are non-inertial frames of reference ? A child of mass m stands at rest in a lift which is moving upwards with an acceleration of 5 ms^{-2}. What is the inertial force acting on the child ? What is the apparent weight of the child ?

(Take $g = 10\ ms^{-2}$) *1+1+1*

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 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) (i) 75 kg द्रव्यमान वाले एक क्रेट को उससे जुड़ी रस्सी द्वारा क्षैतिज फ़र्श पर अचर वेग से खींचा जाता है । फ़र्श और क्रेट के बीच गतिज घर्षण गुणांक 0·2 है और रस्सी क्षैतिज से 45° का कोण बनाती है । रस्सी द्वारा क्रेट पर लगाए गए बल का परिमाण परिकलित कीजिए । बल-निर्देशक आरेख खींचिए । $g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *5*

(ii) एक सरल आवर्ती दोलक के लिए स्थितिज ऊर्जा फलन का नामांकित आरेख खींचिए । *1*

(ख) (i) कार्य-ऊर्जा प्रमेय का कथन दीजिए । 500 g द्रव्यमान का एक बॉक्स, मेज़ पर $2{\cdot}5\ ms^{-1}$ की चाल से गतिमान है । वह $2{\cdot}6$ m की दूरी तय करने के बाद रुक जाता है । बॉक्स और मेज़ के बीच गतिज घर्षण गुणांक परिकलित कीजिए । $g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *1+3*

(ii) विरामावस्था में स्थित एक गेंद को एक बल्ले द्वारा 10 ms समय में औसत बल 60 N से मारा जाता है । यदि गेंद का द्रव्यमान $0{\cdot}25$ kg हो, तो टक्कर के तुरन्त बाद उसकी चाल क्या होगी ? *2*

(ग) (i) 2 kg द्रव्यमान के एक ब्लॉक द्वारा मेज़ पर रखी कमानी को दबाया जाता है, जिससे कमानी 20 cm से संपीडित हो जाती है । फिर ब्लॉक को छोड़ दिया जाता है और वह मेज़ पर फिसलता है । ब्लॉक और मेज़ के बीच गतिज घर्षण गुणांक $0{\cdot}15$ है और कमानी नियतांक $200\ Nm^{-1}$ है । विरामावस्था में पहुँचने तक ब्लॉक मेज़ पर कितनी दूरी तय करेगा ? $g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *4*

(ii) एक कण विरामावस्था से शुरू करके $3\ rad\ s^{-2}$ के अचर कोणीय त्वरण से वृत्त में गति करता है । यदि कण पर लगने वाले अभिकेन्द्र बल का परिमाण, उस पर लगने वाले स्पर्शरेखीय बल के परिमाण का तीन गुना हो, तो उसकी कोणीय चाल ज्ञात कीजिए । *2*

(घ) एक चकती को जिसका जड़त्व आघूर्ण $1\cdot2 \times 10^{-3}$ kg m^2 है, एक विद्युत् मोटर से जोड़ा जाता है जो उस पर 16·0 Nm का बल-आघूर्ण आरोपित करती है । मोटर चालू करने के 30 s बाद चकती के (i) कोणीय चाल, और (ii) कोणीय संवेग परिकलित कीजिए । क्या चकती का कोणीय संवेग संरक्षित रहता है ? समझाइए । *3+2+1*

2. कोई ***एक*** भाग कीजिए : *1×5=5*

(क) (i) केंद्रीय संरक्षी बलों के अधीन गति के लक्षण लिखिए । *2*

(ii) शनि के दो उपग्रह उसके केंद्र से क्रमश: 197700 km और 527108 km की दूरी पर हैं । यदि पहले उपग्रह का कक्षीय आवर्त काल 1·03 दिन हो, तो दूसरे उपग्रह का कक्षीय आवर्त काल कितने दिन होगा ? *3*

(ख) एक N-कण निकाय के संहति केंद्र के स्थिति सदिश का व्यंजक लिखिए । द्रव्यमान m, 2m, 3m और 4m के चार कण, भुजा a वाले एक वर्ग के चार कोनों पर स्थित हैं । इस निकाय का संहति केंद्र ज्ञात कीजिए । *1+4*

3. कोई ***एक*** भाग कीजिए : *1×5=5*

(क) द्रव्यमान 4·0 kg के एक कण का, जो $2\cdot0 \text{ ms}^{-1}\hat{i}$ के वेग से गतिमान है, द्रव्यमान 6·0 kg के एक कण से, जो $(-4\cdot0 \text{ ms}^{-1})\hat{i}$ के वेग से गतिमान है, प्रत्यास्थ संघट्टन होता है । निकाय के संहति केंद्र का वेग क्या है ? संघट्टन के बाद संहति केंद्र निर्देश तंत्र में दोनों कणों के वेगों की गणना कीजिए । *1+4*

(ख) एक दृढ़ पिंड की यांत्रिक साम्यावस्था के प्रतिबंध लिखिए । द्रव्यमान 20 kg वाली एक एकसमान सीढ़ी, एक चिकनी ऊर्ध्वाधर दीवार से 53° के कोण पर विरामावस्था में रखी है । उसका दूसरा सिरा एक खुरदरे क्षैतिज फ़र्श पर रखा है । फ़र्श द्वारा सीढ़ी पर आरोपित घर्षण बल निर्धारित कीजिए । *1+4*

$\sin 53° = \frac{4}{5}$, $\cos 53° = \frac{3}{5}$ और $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए ।

4. कोई ***एक*** भाग कीजिए : *1×3=3*

(क) पृथ्वी की न्यूनतम कोणीय चाल क्या होनी चाहिए कि उसकी सतह से पिंड उड़ जाए ? *3*

$g = 10 \text{ ms}^{-2}$ और $R_E = 6400 \text{ km}$ लीजिए ।

(ख) अजड़त्वीय निर्देश तंत्र क्या होते हैं ? द्रव्यमान m की एक बच्ची एक लिफ्ट में विरामावस्था में खड़ी है । लिफ्ट ऊपर की ओर 5 ms^{-2} के त्वरण से गतिमान है । बच्ची पर लगने वाला जड़त्वीय बल क्या है ? बच्ची का आभासी भार क्या है ?

($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए) *1+1+1*

BPHE-102/PHE-02

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 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 : *3×5=15*

(a) The acceleration of a particle executing simple harmonic motion is $\frac{\pi^2}{3}$ cm/s^2 when it has 3 cm displacement from mean position. Calculate the time period of motion.

(b) 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.

(c) An alternating potential of frequency 10^5 Hz and amplitude 1·5 V is applied to a series LCR circuit. If $L = 1$ mH and $R = 50\ \Omega$, calculate the value of the capacitance C to get the resonance.

(d) The frequency of siren of a factory is 1000 Hz. Calculate the frequency of the sound of siren heard by a person in a car moving with a speed of 72 km/hr (i) towards the siren, and (ii) away from the siren.

(e) A sinusoidal water wave having a maximum height of 7·4 cm above the equilibrium water level is propagating in the – x-direction with a speed of 93 cm s^{-1}. The distance between two successive crests is 55 cm. Obtain the expression for the wave in terms of angular frequency and wave number.

2. Attempt any ***two*** parts : *2×5=10*

(a) Establish the differential equation for a system executing simple harmonic motion. Show that, for SHM, the velocity and acceleration of the oscillating object is proportional to ω and ω^2, respectively where ω is the natural angular frequency of the object.

(b) The steady state solution of a weakly damped forced oscillator is given as

$$x_2(t) = \frac{F_0}{m\,[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4b^2\omega^2]^{1/2}} \cos(\omega t - \theta)$$

Obtain an expression for the average power absorbed by the oscillator in terms of its frequency.

(c) A transverse wave is propagating on a wire which is under tension T and has mass per unit length μ. Using dimensional analysis, show that the velocity of the wave is given by

$$v = K\sqrt{T/\mu}$$

where K is a dimensionless constant.

बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 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 कैल्कुलेटरों का प्रयोग कर सकते हैं ।*

1. कोई ***तीन*** भाग कीजिए : *3×5=15*

(क) सरल आवर्त गति करते हुए एक कण का उसके साम्यावस्था से विस्थापन जब 3 cm है, तो उसके त्वरण का मान $\frac{\pi^2}{3}$ cm/s^2 है । गति का आवर्त काल परिकलित कीजिए ।

(ख) 256 Hz आवृत्ति वाले एक स्वरित्र द्विभुज के गुणता कारक का मान 10^3 है । समय का वह मान परिकलित कीजिए जिसमें इसकी ऊर्जा का मान अपने आरंभिक मान का 10% रह जाता है ।

(ग) एक श्रेणी LCR परिपथ में प्रयुक्त प्रत्यावर्ती विभव की आवृत्ति 10^5 Hz तथा आयाम 1·5 V है । यदि L = 1 mH तथा R = 50 Ω हो, तो अनुनाद की स्थिति प्राप्त करने के लिए धारिता C का मान परिकलित कीजिए ।

(घ) किसी फैक्टरी के सायरन की आवृत्ति 1000 Hz है । 72 km/hr की चाल से गतिमान एक कार में बैठे व्यक्ति द्वारा सुनी गई सायरन के ध्वनि की आवृत्ति परिकलित कीजिए जब कार (i) सायरन की ओर गतिमान है, और (ii) सायरन से दूर जा रही है ।

(ङ) एक ज्यावक्रीय जल तरंग, जिसकी जल सतह की साम्यावस्था से अधिकतम ऊँचाई 7·4 cm है, ऋणात्मक x-दिशा में 93 cm s^{-1} की चाल से संचारित होती है । इस तरंग के दो क्रमागत शीर्षों के बीच की दूरी 55 cm है । कोणीय आवृत्ति तथा तरंग संख्या के पदों में तरंग के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

2. कोई *दो* भाग कीजिए : *2×5=10*

(क) सरल आवर्त गति करते हुए एक निकाय के लिए अवकल समीकरण स्थापित कीजिए । सिद्ध कीजिए कि सरल आवर्त गति करने वाले दोलायमान पिंड का वेग तथा त्वरण क्रमश: ω तथा ω^2 के समानुपाती होता है, जहाँ ω पिंड की स्वाभाविक कोणीय आवृत्ति है ।

(ख) किसी दुर्बलतः अवमंदित प्रणोदित दोलक का स्थायी अवस्था हल निम्नलिखित है :

$$x_2(t) = \frac{F_0}{m\,[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4b^2\omega^2]^{1/2}} \cos(\omega t - \theta)$$

इस अवमंदित प्रणोदित दोलक द्वारा अवशोषित औसत शक्ति के लिए व्यंजक, उसकी आवृत्ति के पदों में व्युत्पन्न कीजिए ।

(ग) तनाव T तथा प्रति इकाई लंबाई द्रव्यमान μ वाली एक तार पर अनुप्रस्थ तरंग संचारित होती है । विमीय विश्लेषण का प्रयोग कर सिद्ध कीजिए कि तरंग के वेग का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$v = K\sqrt{T/\mu}$$

जहाँ K एक विमाहीन स्थिरांक है ।