

02126

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)
Term-End Examination, June, 2016

PHYSICS

BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS
&
PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Instructions :

- (i) *Students registered for both BPHE-101 / PHE-01 and 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 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/पी.एच.ई.-02

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा, जून, 2016

भौतिक विज्ञान

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

एवं

पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें

निर्देश :

- (i) जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101 / पी.एच.ई.-01 और पी.एच.ई.-02 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्नपत्रों 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 पी.एच.ई.-02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्नपत्र 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, 2016****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 non-programmable calculators.

1. Attempt any **two** parts : 2×6=12

- (a) A box of mass 40 kg is pulled on the floor by a light rope with a force 200 N. The rope makes an angle of 30° with the horizontal. Determine the acceleration of the box, if the coefficient of the kinetic friction between the floor and the box is 0.20. Draw the free body diagram. Identify the no-work forces from amongst the forces exerted on the box.

Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

4+1+1

- (b) (i) A circus artist falls straight on a safety net and rebounds vertically upwards at a speed of 3.0 ms^{-1} . Determine the maximum height reached by the artist with respect to the safety net. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 4
- (ii) How long must a force of 100 N be exerted to produce a change of 200 kg ms^{-1} in the linear momentum? 2
- (c) State the law of conservation of energy. A block moves horizontally on a rough floor under a constant force of 10 N. The thermal energy of the block increases by 20 J after it travels a distance of 3.0 m. Calculate the increase in the thermal energy of the floor. 1+5
- (d) A constant torque of 20 Nm is exerted on a particle of mass 0.2 kg, initially at rest. The particle moves in a circle of radius 2.0 m. Determine the angular speed and angular momentum of the particle after 2.0 s. Is its angular momentum conserved? 5+1

2. Attempt any *one* part :

1×5=5

- (a) Derive the law of equal areas for central forces. 5
- (b) Write the expression for the centre of mass for a two-body system. Determine the centre of mass and relative coordinates of a system of two particles of masses 1.0 kg and 2.0 kg. The coordinates (in m) of the particles are (0, 0) and (3.0, 1.0), respectively. What is the reduced mass of the system? 1+2+1+1

3. (a) Two atoms travelling towards each other with speeds of 100 ms^{-1} and 20 ms^{-1} , respectively, undergo a head-on elastic collision. Calculate their speeds before and after the collision using the centre-of-mass frame of coordinates. It is given that their atomic masses are 10 amu and 20 amu, respectively. 5

OR

A ring and a disc, each of mass M and radius R , start from rest and roll without slipping down an inclined plane from the same height. Apply the principle of conservation of energy to determine which of them reaches the bottom of the incline first. Neglect friction. 5

- (b) A small ball of mass m is hanging from a string in a train. The train is moving with an acceleration \vec{a} and the ball is at rest with respect to the train. For an observer in the train, calculate the angle that the string makes with the vertical. Analyse the motion in the non-inertial frame of reference. 3

OR

A bacteria of mass 5×10^{-24} kg is rotated in a centrifuge at an angular speed of $4\pi \times 10^3$ rad s^{-1} . It is situated at a distance of 10 cm from the axis of rotation. Calculate the effective value of g relative to the rotating frame of reference and the net centrifugal force on the bacteria. 2+1

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2016

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 या अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं ।

1. कोई दो भाग कीजिए :

2×6=12

(क) द्रव्यमान 40 kg वाले एक बक्से को फ़र्श पर एक हल्की रस्सी से 200 N के बल से खींचा जाता है । रस्सी और क्षैतिज के बीच का कोण 30° है । यदि फ़र्श और बक्से के बीच गतिक घर्षण गुणांक 0.20 है, तो बक्से के त्वरण की गणना कीजिए । बल-निर्देशक आरेख भी खींचिए । बक्से पर लगे बलों में से कार्य-रहित बलों की पहचान कीजिए । $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए ।

4+1+1

- (ख) (i) सर्कस का एक कलाकार सुरक्षा जाल पर सीधा गिरता है और फिर 3.0 ms^{-1} की चाल से ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की ओर वापस उछल जाता है। सुरक्षा जाल के सापेक्ष कलाकार द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई की गणना कीजिए।
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए। 4
- (ii) परिमाण 100 N वाले बल को कितनी देर के लिए लगाया जाना चाहिए ताकि वह रैखिक संवेग में 200 kg ms^{-1} का परिवर्तन कर सके? 2
- (ग) ऊर्जा संरक्षण नियम का कथन दीजिए। एक ब्लॉक 10 N के अचर बल के अधीन एक खुरदरे फ़र्श पर क्षैतिजतः गतिमान है। 3.0 m की दूरी तय करने के बाद इसकी तापीय ऊर्जा में 20 J की वृद्धि होती है। उस फ़र्श की तापीय ऊर्जा में कितनी वृद्धि होती है? 1+5
- (घ) विरामावस्था में स्थित 0.2 kg द्रव्यमान वाले एक कण पर 20 Nm का एक अचर बल-आघूर्ण लग रहा है। कण 2.0 m त्रिज्या वाले एक वृत्त में गति करता है। 2.0 s बाद कण की कोणीय चाल और कोणीय संवेग की गणना कीजिए। क्या उसका कोणीय संवेग संरक्षित रहता है? 5+1

2. कोई एक भाग कीजिए :

1×5=5

(क) केन्द्रीय बलों के लिए समान क्षेत्रफल नियम व्युत्पन्न कीजिए ।

5

(ख) द्वि-पिंड निकाय के संहति केंद्र का व्यंजक लिखिए । द्रव्यमान 1.0 kg और 2.0 kg वाले दो कणों के एक निकाय के संहति केन्द्र और आपेक्षिक निर्देशांक ज्ञात कीजिए । इनके निर्देशांक (m में) क्रमशः (0, 0) और (3.0, 1.0) हैं । निकाय का समानीत द्रव्यमान क्या है ?

1+2+1+1

3. (क) क्रमशः 100 ms^{-1} और 20 ms^{-1} की चाल से एक-दूसरे की ओर चल रहे दो परमाणुओं का सीधा प्रत्यास्थ संघट्टन होता है । संहति-केंद्र निर्देश तंत्र में संघट्टन से पहले और संघट्टन के बाद उनकी चालों की गणना कीजिए । यह दिया गया है कि उनके परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 10 amu और 20 amu हैं ।

5

अथवा

एक वलय और एक डिस्क, जिनके द्रव्यमान M और त्रिज्या R बराबर हैं, विरामावस्था से शुरू करके समान ऊँचाई से नत तल पर बिना फिसले लुढ़कते हैं । ऊर्जा संरक्षण नियम लागू करके पता लगाइए कि इनमें से कौन-सा पिंड पहले नत तल के निचले सिरे पर पहुँचता है । घर्षण को नगण्य मानिए ।

5

(ख) द्रव्यमान m वाली एक छोटी गेंद एक ट्रेन में धागे से लटकी हुई है। ट्रेन त्वरण \vec{a} से गतिमान है और गेंद ट्रेन के सापेक्ष विरामावस्था में है। ट्रेन में बैठे प्रेक्षक के लिए, धागे और ऊर्ध्वाधर के बीच कोण का मान परिकलित कीजिए। गति का विश्लेषण अजड़त्विय निर्देश तंत्र में कीजिए।

3

अथवा

5×10^{-24} kg द्रव्यमान वाले एक जीवाणु को एक अपकेंद्रण यंत्र में $4\pi \times 10^3$ rad s⁻¹ की कोणीय चाल से घुमाया जाता है। वह घूर्णन अक्ष से 10 cm की दूरी पर स्थित है। घूर्णन तंत्र के प्रति g का प्रभावी मान और जीवाणु पर लग रहे कुल अपकेंद्री बल की गणना कीजिए।

2+1

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****June, 2016****PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES***Time : $1\frac{1}{2}$ hours**Maximum Marks : 25*

*Note : Answer **all** questions. The marks for each question are indicated against it. You may use non-programmable calculators.*

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

- (a) A train is approaching a railway station with a speed of 90 kmh^{-1} . The apparent frequency of the whistle heard by a person standing on the platform is 660 Hz .

Calculate the actual frequency of sound emitted by the train. Take the speed of sound in air as 330 ms^{-1} .

- (b) A string of mass per unit length 0.2 kg m^{-1} is stretched under a tension of 500 N . Calculate :
- (i) the speed of transverse waves generated on the string, and
 - (ii) power of the travelling waves if amplitude is 1 cm and wavelength is 0.5 m .
- (c) The quality factor of a sonometer wire is 2×10^3 . On plucking, the wire executes 240 vibrations per second. Calculate the time in which the amplitude will decrease to e^{-2} of its initial value.
- (d) A shock absorber acts like an elastic spring of force constant k . It compresses by 1 cm when a mass m is placed on it. When this system is displaced from its equilibrium position, it begins to oscillate. Calculate the frequency of oscillations. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.
- (e) Two orthogonal harmonic oscillations having frequencies in the ratio of $2 : 1$ are made to superpose. Determine the nature of the resultant oscillation, if their initial phases differ by $\frac{\pi}{2}$.

2. Answer any *two* parts :

2×5=10

(a) What is a compound pendulum ? Obtain an expression for its time period. What do you understand by the equivalent length of a compound pendulum ?

1+3+1

(b) Define phase velocity and group velocity. The phase velocity of a wave propagating in a medium is given by

$$v_p^2 = a\lambda + \frac{b}{\lambda},$$

where λ is wavelength and a and b are constants. For what value of λ , will group velocity be equal to phase velocity ?

1+1+3

(c) Transverse waves are incident on a boundary separating two media of different impedances. Write down the boundary conditions and obtain expressions for amplitude reflection and transmission coefficients.

1+2+2

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2016

पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट: सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप अंग्रेजी कैल्कुलेटर्स का उपयोग कर सकते हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिए :

3×5=15

(क) एक रेलगाड़ी रेलवे स्टेशन की ओर 90 kmh^{-1} की रफ़्तार (चाल) से आ रही है। प्लेटफॉर्म पर खड़े एक व्यक्ति को रेल द्वारा उत्सर्जित सीटी की आभासी आवृत्ति 660 Hz सुनाई पड़ती है।

रेल द्वारा उत्सर्जित ध्वनि की वास्तविक आवृत्ति परिकलित कीजिए। हवा में ध्वनि के वेग का मान 330 ms^{-1} लीजिए।

(ख) 0.2 kg m^{-1} प्रति एकक लम्बाई द्रव्यमान की एक लम्बी तार को 500 N बल लगाकर तानित किया गया है। परिकलित कीजिए :

(i) इस तार पर जनित अनुदैर्घ्य (transverse) तरंगों का वेग, तथा

(ii) यदि तरंग का आयाम 1 cm तथा तरंगदैर्घ्य 0.5 m है, तो प्रगामी तरंगों की शक्ति का मान।

(ग) एक सोनोमीटर तार के गुणता कारक का मान 2×10^3 है। कर्षित करने पर यह तार प्रति सेकण्ड 240 कंपन करने लगता है। समय के उस मान को परिकलित कीजिए जिसमें आयाम का मान घटकर उसके प्रारंभिक मान का e^{-2} रह जाता है।

(घ) एक प्रघात शोषक (Shock absorber) बल नियतांक k की प्रत्यास्थ कमानी के रूप में कार्य करता है। जब इस पर द्रव्यमान m रखा जाता है तो यह 1 cm संपीडित हो जाता है। इस तंत्र को साम्यावस्था स्थिति से विस्थापित करने पर, यह दोलन करने लगता है। g का मान 10 ms^{-2} लेकर इन दोलनों की आवृत्ति परिकलित कीजिए।

(ङ) दो परस्पर लम्बवत् संनादी (हार्मोनिक) दोलनों की आवृत्तियाँ $2 : 1$ के अनुपात में हैं। इनके अध्यारोपण के परिणामस्वरूप प्राप्त परिणामी दोलन की प्रकृति ज्ञात कीजिए, यदि इनके प्रारंभिक कलाओं में $\frac{\pi}{2}$ का अन्तर है।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

(क) पिंड लोलक क्या होता है ? इसके आवर्तकाल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । पिंड लोलक की तुल्यकाली लंबाई से आप क्या समझते हैं ?

1+3+1

(ख) कला वेग एवं समूह वेग को परिभाषित कीजिए । एक तरंग के कला वेग को किसी माध्यम में निम्न व्यंजक द्वारा निरूपित किया गया है :

$$v_p^2 = a\lambda + \frac{b}{\lambda},$$

जहाँ λ तरंगदैर्घ्य है तथा a और b स्थिरांक हैं । λ के किस मान के लिए कला वेग एवं समूह वेग समान होंगे ?

1+1+3

(ग) दो अलग-अलग प्रतिबाधाओं (impedances) वाले माध्यमों की परिसीमा पर अनुप्रस्थ तरंगें आपतित होती हैं । परिसीमा प्रतिबंध लिखिए तथा इनका उपयोग कर आयाम परावर्तन तथा पारगमन गुणांक के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

1+2+2