

No. of Printed Pages : 23 **BPHE-101/PHE-01/
BPHE-102/PHE-02**

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2020

PHYSICS

BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS

&

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Time : 3 Hours

Maximum Marks : 50

Instructions :

- 1. 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.*
- 2. 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.*

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

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा, दिसम्बर, 2020

भौतिक विज्ञान

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

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

समय : 3 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

निर्देश :

1. 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 साफ-साफ लिखकर दें।
 2. जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई..01 और बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्न-पत्र के उत्तर उत्तर पुस्तिकाओं में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ-साफ लिखकर दें।
-
-

BPHE-101/PHE-01**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)****Term-End Examination****December, 2020****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. You may use a calculator. Symbols have their usual meaning.*

1. Answer any *two* parts :

- (a) (i) A girl pulls a box of mass 80 kg along a floor at constant velocity, with the help of a rope which makes an angle of 45° with the floor. If the coefficient of kinetic friction between the box and the floor is 0.20, calculate the tension in the rope. Draw the free body diagram. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 3+1

P. T. O.

- (ii) A swimmer moves through water at an average speed of 0.35 ms^{-1} . The resistive force on the swimmer due to water is 200 N. What is the average power required by the swimmer to overcome this force and maintain her speed ? 2
- (b) (i) At the surface of a satellite of Jupiter, the acceleration due to gravity is 1.8 ms^{-2} . An object weighs 50 N on the Earth. Calculate its weight on Jupiter's satellite. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 2
- (ii) A spring with a spring constant $k = 2000 \text{ N-m}^{-1}$ is placed vertically and compressed by 0.1 m. A ball of mass 0.2 kg is placed on it and then the ball and spring are released. Determine the maximum height to which the ball

rises from its starting position and its maximum speed. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

2+2

- (c) (i) A box of mass 5.0 kg is sliding up an inclined plane which makes an angle of 30° with the horizontal. The initial kinetic energy of the box is 150 J. How far will it slide up the incline if the coefficient of kinetic friction between the box and the plane is 0.20 ? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. Draw the free-body diagram. 4+1

- (ii) State the conditions for stable and unstable equilibria for a given potential energy function. 1

- (d) A merry-go-round having moment of inertia $600 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ and radius 6.0 m is initially at rest. A girl of mass 30 kg

standing at its edge starts walking counter-clockwise on the merry-go-round at a constant speed for 2.0 ms^{-1} . Determine :

- (i) The angular speed and direction of rotation of the merry-go-round.
- (ii) The work done by the girl to set herself and the merry-go-round in motion.

Use the work-energy theorem. 4+2

2. Answer any *one* part :

- (a) (i) State the law of equal areas for central forces. Use it to explain why an object would move faster when it is closer to the centre of force. 2
- (ii) Titan and Hyperion are two moons of Saturn. The orbital period of Titan is 16 days and the mean radius of its orbit is $1.2 \times 10^9 \text{ m}$. If the mean radius

of the orbit of Hyperion is 1.5×10^9 m,
calculate its orbital period in days. 3

- (b) Write down the expression for the centre of mass of an N-particle system. The position vectors of three particles of masses $m_1 = 3.0$ kg, $m_2 = 4.0$ kg and $m_3 = 1.0$ kg are given by :

$$\vec{r}_1 = (t^2 + 3t)m\hat{i} + 6t^2 m\hat{j}$$

$$\vec{r}_2 = (4t - 3)m\hat{i} + 3t m\hat{j}$$

$$\vec{r}_3 = (6m)\hat{i} + (5t - 3) m\hat{j}$$

Calculate the velocity of the centre of mass of the system. 1+4

3. Answer any *one* part :

- (a) What is the centre of mass frame of reference ?

A 100 kg cart moving to the right at 5.0 ms^{-1} collides head-on with an 80 kg cart moving to the left at 4.0 ms^{-1} . If the collision is elastic, calculate the speeds of

the two carts before and after the collision in the centre of mass frame of reference.

1+4

- (b) A solid cylinder of mass 5.0 kg and radius 2.0 m is rotating about its axis with an angular speed of 30 rad/s^{-1} . Calculate the torque required to bring the cylinder to rest in 10 s. What is the angle through which the cylinder turns in this time ? 3+2

4. Answer any *one* part :

- (a) A small ball of mass 100 g hangs from a string in a car which is moving with an acceleration of 2.0 ms^{-2} . Using a non-inertial frame of reference, calculate the tension in the string. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 3
- (b) What should the minimum angular speed of the Earth be for objects to fly off its surface ? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ and $R_E = 6400 \text{ km}$. 3

BPHE-101/PHE-01

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2020

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। आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई दो भाग कीजिए :

(क) (i) एक लड़की रस्सी की मदद से द्रव्यमान 80 kg के एक बक्से को अचर चाल से फर्श पर खींचती है। रस्सी और फर्श के बीच का कोण 45° है। यदि बक्से और फर्श के बीच का गतिक घर्षण गुणांक 0.20 हो, तो

रस्सी में तनाव बल की गणना कीजिए। बल निर्देशक आरेख खींचिए। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 3+1

- (ii) एक तैराक पानी में 0.35 ms^{-1} की औसत चाल से गतिमान है। तैराक पर पानी के कारण लगने वाला प्रतिरोधी बल 200 N है। इस बल पर पार पाकर अचर चाल से तैरने के लिए तैराक को कितनी औसत शक्ति की आवश्यकता होगी ? 2

- (ख) (i) बृहस्पति के किसी उपग्रह की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण 1.8 ms^{-2} है। पृथ्वी पर किसी पिंड का द्रव्यमान 50 N है। बृहस्पति के इस उपग्रह पर इसका द्रव्यमान परिकलित कीजिए। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 2

- (ii) कमानी नियतांक 2000 N-m^{-1} की एक कमानी को ऊर्ध्वाधरतः रखकर 0.1 m संपीडित किया जाता है। फिर उस पर द्रव्यमान 0.2 kg की एक गेंद को रखा जाता

है और उसके बाद कमानी और गेंद को एक साथ छोड़ा जाता है। निर्धारित कीजिए कि गेंद अपनी प्रारंभिक स्थिति से कितनी अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचती है। उसकी अधिकतम चाल क्या होगी ? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 2+2

(ग) (i) द्रव्यमान 5.0 kg का एक बक्सा नत समतल पर ऊपर की ओर खिसक रहा है। नत समतल क्षैतिज के साथ 30° का कोण बनाता है। बक्से की आरंभिक गतिज ऊर्जा 150 J है। यदि नत तल और बक्से के बीच का गतिक घर्षण गुणांक 0.20 हो, तो बक्सा नत तल पर कितनी दूर तक खिसक पायेगा ? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें और बल निर्देशक आरेख भी खींचिए। 4+1

(ii) किसी स्थितिज ऊर्जा फलन के लिए स्थायी और अस्थायी साम्यावस्था के प्रतिबंध बताइए। 1

(घ) एक मेरी-गो-राउंड जिसकी त्रिज्या 6.0 m है और जड़त्व आघूर्ण 600 kg/ms^{-2} है, आरम्भ में विरामावस्था में है। मेरी-गो-राउंड के किनारे पर खड़ी द्रव्यमान 30 kg की एक लड़की, वामावर्त दिशा में 2.0 ms^{-1} की अचर चाल से चलने लगती है। निर्धारित कीजिए कि :

- (i) मेरी-गो-राउंड किस दिशा में और किस कोणीय चाल से घूर्णन करता है ?
- (ii) मेरी-गो-राउंड और अपने को घूर्णी गति देने के लिए लड़की को कितना कार्य करना पड़ता है ?

कार्य-ऊर्जा प्रमेय का उपयोग कीजिए। 4+2

2. कोई एक भाग कीजिए :

- (क)(i) समान-क्षेत्रफल नियम का कथन दीजिए। इसका प्रयोग करके समझाइए कि जब पिंड बल के केन्द्र के पास होगा तब वह अधिक वेग से गति क्यों करेगा। 2

- (ii) टाइटन और हाइपरआयॉन शनि के दो उपग्रह हैं। टाइटन का कक्षीय आवर्तकाल 16 दिन है और उसकी कक्षा की औसत त्रिज्या 1.2×10^9 m है। यदि हाइपरआयॉन की कक्षा की औसत त्रिज्या 1.5×10^9 m हो, तो उसका कक्षीय आवर्तकाल (दिनों में) निर्धारित कीजिए।

3

- (ख) N कणों के एक निकाय के संहति केन्द्र का व्यंजक लिखिए। द्रव्यमान $m_1 = 3.0$ kg, $m_2 = 4.0$ kg और $m_3 = 1.0$ kg वाले तीन कणों के स्थिति सदिश हैं :

$$\vec{r}_1 = (t^2 + 3t)m\hat{i} + 6t^2 m\hat{j}$$

$$\vec{r}_2 = (4t - 3)m\hat{i} + 3t m\hat{j}$$

$$\vec{r}_3 = (6m)\hat{i} + (5t - 3) m\hat{j}$$

- संहति केन्द्र का वेग निर्धारित कीजिए।

1+4

3. कोई एक भाग कीजिए :

(क)संहति केन्द्र निर्देश तंत्र क्या होता है ? द्रव्यमान 100 kg का एक ठेला दाहिनी ओर 5.0 ms^{-1} की चाल से गति करता हुआ, बायीं ओर 4.0 ms^{-1} की चाल से गतिमान द्रव्यमान 80 kg के एक दूसरे ठेले से सीधा टकराता है। यदि संघट्टन प्रत्यास्थ हो, तो संघट्टन के पहले और बाद दोनों ठेलों के वेग संहति केन्द्र निर्देश तंत्र में प्राप्त कीजिए।

1+4

(ख)द्रव्यमान 5.0 kg और त्रिज्या 2.0 m का एक ठोस बेलन अपने अक्ष के अनुदिश 30 rad/s^{-1} की कोणीय चाल से गति कर रहा है। बेलन को 10 s में विरामावस्था में लाने के लिए कितने बल आघूर्ण की आवश्यकता होगी ? इस समयांतराल में बेलन किस कोण से घूर्णन करेगा ?

3+2

4. कोई एक भाग कीजिए :

(क) द्रव्यमान 100 g की एक छोटी गेंद एक कार में धागे से लटकी हुई है। कार 2.0 ms^{-2} के त्वरण से गतिमान है। अजड़त्वीय निर्देश तंत्र का प्रयोग करते हुए धागे में तनाव का मान परिकल्पित कीजिए। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 3

(ख) पृथ्वी की न्यूनतम कोणीय चाल क्या होनी चाहिए जिससे कि उसकी सतह से वस्तुएँ उड़ जाएँ ? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ और $R_E = 6400 \text{ km}$ लें। 3

BPHE-102/PHE-02

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2020

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Time : $1\frac{1}{2}$ Hours

Maximum Marks : 25

Note : Answer all questions. Internal choices are given. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You can use a calculator.

1. Answer any *three* parts : 3×5=15

- (i) A factory siren has a frequency of 660 Hz. Calculate the difference in frequencies heard by a person sitting in a car which is

moving at 20 ms^{-1} in the following situations :

- (a) away from the siren.
- (b) towards the siren.

Take the speed of sound in air as 330 ms^{-1} .

- (ii) A transverse wave travelling in the + x -direction is represented as :

$$y(x, t) = 2 \sin (4.0t - 0.02x) \text{ cm}$$

Calculate the magnitudes of maximum velocity and maximum acceleration of the particles of the medium.

- (iii) Superposition of two sinusoidal waves travelling in opposite directions on a string fixed at both ends gives rise to a stationary wave, which can be represented as :

$$y(x, t) = - (1.2m) \sin (0.40x) \cos (200t)$$

where x is measured in metres and t is measured in seconds.

Calculate :

- (a) the wavelength and frequency of stationary wave
- (b) the position of nodes
- (iv) The damping factor for oscillations of a simple pendulum is 0.01 s^{-1} . Calculate the time in which its amplitude will reduce to 10% of its initial value.
- (v) Consider two identical spring-mass systems connected by a spring of spring constant k' .
 - (a) Depict their equilibrium configuration.
 - (b) Obtain the equations of motion of these masses when they execute longitudinal oscillations.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

- (a) The group velocity and phase velocity are connected through the relation :

$$v_g = v_p + k \frac{dv_p}{dk}$$

Obtain an expression for v_g in terms of wavelength λ .

- (b) The wave velocity of a transverse wave in a string depends on applied force F and mass per unit length of the string μ . Using dimensional analysis, obtain an expression for velocity of wave, v .
- (c) Write down the equation of motion of a weakly damped forced harmonic oscillator and obtain an expression for its amplitude in steady state.

BPHE-102/PHE-02

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2020

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

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट : सभी प्रश्नों के उत्तर लिखिए। आंतरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर लिखिए : $3 \times 5 = 15$

(i) किसी फ़ैक्टरी के सायरन की आवृत्ति 660 Hz है।

20 ms^{-1} की चाल से गतिमान कार में बैठे व्यक्ति

द्वारा निम्नलिखित स्थितियों में सुनी जाने वाली आवृत्तियों का अंतर ज्ञात कीजिए :

(क) जब कार सायरन से दूर जा रही है।

(ख) जब कार सायरन की ओर आ रही है।

वायु में ध्वनि की चाल का मान 330 ms^{-1} लें।

- (ii) धनात्मक x -दिशा के अनुदिश गतिमान अनुप्रस्थ तरंग को निम्नलिखित व्यंजक द्वारा व्यक्त किया जाता है :

$$y(x, t) = 2 \sin (4.0t - 0.02x) \text{ cm}$$

माध्यम के कणों के अधिकतम वेग तथा अधिकतम त्वरण का परिमाण ज्ञात कीजिए।

- (iii) दोनों सिरों पर बँधी एक डोरी पर विपरीत दिशाओं में गतिमान दो ज्या वक्रीय तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न अप्रगामी तरंग को निम्नवत् निरूपित किया जाता है :

$$y(x, t) = - (1.2m) \sin (0.40x) \cos (200t)$$

जहाँ x को मीटर तथा t को सेकण्ड में मापा जाता है। निर्धारित कीजिए :

(क) अप्रगामी तरंग की तरंगदैर्घ्य एवं आवृत्ति

(ख) निस्पंदों के स्थान।

(iv) एक सरल लोलक के दोलनों का अवमंदन कारक 0.01 s^{-1} है। वह समय परिकलित कीजिए जिसमें इसका आयाम प्रारंभिक मान का 10% रह जायेगा।

(v) दो ऐसे एकसमान कमानी-द्रव्यमान निकायों की कल्पना कीजिए जिन्हें कमानी नियतांक k' की एक अन्य कमानी से जोड़ा गया है।

(क) इस निकाय का साम्यावस्था विन्यास आलेखित कीजिए।

(ख) इस निकाय में लगे द्रव्यमानों के लिए गति समीकरण प्राप्त कीजिए जब ये अनुदैर्घ्य दोलन करते हैं।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए :

(क) समूह वेग एवं कला वेग में निम्नलिखित सम्बन्ध है :

$$v_g = g_p + k \frac{dv_p}{dk}$$

तरंगदैर्घ्य λ के पदों में v_g के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ख) एक तनित तार में संचरित अनुप्रस्थ तरंग का वेग लगाए गए बल F तथा तार के प्रति इकाई लम्बाई द्रव्यमान μ पर निर्भर करता है। विमीय विश्लेषण द्वारा तरंग के वेग v का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ग) किसी दुर्बलतः अवमंदित प्रणोदित दोलक का गति समीकरण लिखिए तथा स्थायी अवस्था में इसके आयाम का व्यंजक ज्ञात कीजिए।