

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2022****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, 2022****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 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 बी.पी.एच.ई.-102/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
December, 2022

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 meaning. You may use a calculator.*

*Answer any **five** questions from the following : 5×5=25*

1. An object of mass 20 kg has to be pushed up an inclined plane with a constant velocity. The plane makes an angle of 45° with the horizontal. What is the force needed to push it given that the coefficient of kinetic friction between the plane and the object is 0.2 ? Draw the free-body diagram. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 4+1

2. A girl of mass 50 kg rides a bicycle of mass 30 kg at a steady speed of 3.0 ms^{-1} . What power does she have to supply to maintain this speed if she is travelling :

(a) on level ground ?

(b) going up an incline of 30° ?

It is given that the force of friction is 25 N in each case. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 2+3

3. Write down the expression for the potential energy of a simple harmonic oscillator. Determine the equilibrium position of the system. Is the equilibrium stable ? Explain. 1+2+2

4. A girl of mass 30 kg stands at the edge of a merry-go-round at rest. The moment of inertia of the merry-go-round is 400 kg m^2 and its radius is 5.0 m. The girl then starts walking anti-clockwise around the edge of the merry-go-round at a constant speed of 2.0 ms^{-1} . In what direction and with what angular speed will the merry-go-round rotate ? 5

5. A satellite of mass 1500 kg is orbiting the earth in an orbit with the semi-major axis $a = 7000 \text{ km}$. Given that the apogee distance is 8400 km, calculate the total mechanical energy of the planet and the eccentricity and shape of its orbit. Take $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ and $M_E = 6.00 \times 10^{24} \text{ kg}$. 2+2+1

6. Particles of mass 2.0 kg, 1.0 kg, 3.0 kg and 5.0 kg are placed at the four corners A, B, C and D, respectively, of a rectangle having sides $AB = 10.0$ cm and $AD = 6.0$ cm. Locate the centre of mass of the system.

5

7. Two objects of mass m and $3m$ undergo an elastic collision. Before the collision, the velocity of the mass m is $v_1 \hat{j}$ and the velocity of the mass $3m$ is $\frac{4}{15}v_0 \hat{i} - \frac{1}{5}v_0 \hat{j}$. After the collision, the mass $3m$ comes to rest and the velocity of the mass m is $v'_1 \hat{i}$. Determine v_1 , v'_1 and the velocity of the centre of mass.

3+2

8. (a) What are non-inertial frames of reference ?
A girl of mass M stands in a lift which is moving up with an acceleration of 6.0 ms^{-2} . What is the inertial force acting on the girl ? What is the apparent weight of the girl ? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

1+1+1

(b) Two forces \vec{F}_1 and \vec{F}_2 produce the same impulse. If \vec{F}_1 is exerted for 5 ms, for how long is \vec{F}_2 exerted, given that the magnitude of \vec{F}_2 is three times that of \vec{F}_1 ?

2

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2022

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 कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

निम्नलिखित में से किन्हीं पाँच प्रश्नों का उत्तर दीजिए :

5×5=25

1. द्रव्यमान 20 kg के एक पिंड को एक नत तल पर अचर चाल से ऊपर की ओर ढकेला जाना है। नत तल और क्षैतिज के बीच का कोण 45° है। यदि दिया गया हो कि तल और पिंड के बीच का गतिक घर्षण गुणांक 0.2 है, परिकलित कीजिए कि ढकेलने में कितने बल की आवश्यकता होगी ? बल निर्देशक आरेख भी खींचिए।
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए।

4+1

2. द्रव्यमान 50 kg की एक बच्ची एक साइकिल की सवारी कर रही है, जिसका द्रव्यमान 30 kg है। 3.0 ms^{-1} की अचर चाल बनाए रखने के लिए उसे कितनी शक्ति लगानी होगी जब वह :

(क) समतल भूमि पर चल रही हो ?

(ख) 30° ढलान वाले नत तल पर ऊपर की ओर चल रही हो ?

दिया है कि दोनों स्थितियों में घर्षण बल 25 N है।
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए।

2+3

3. एक सरल आवर्ती दोलक के लिए स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक लिखिए। इस निकाय की साम्य स्थिति ज्ञात कीजिए। क्या यह साम्यावस्था स्थायी है ? समझाइए।

1+2+2

4. द्रव्यमान 30 kg वाली एक लड़की, 5.0 m त्रिज्या और 400 kg m^2 जड़त्व आघूर्ण वाले एक मेरी-गो-राउंड के किनारे पर खड़ी है। फिर लड़की मेरी-गो-राउंड के किनारे पर, वामावर्त दिशा में 2.0 ms^{-1} की अचर चाल से चलने लगती है। मेरी-गो-राउंड किस दिशा में और किस कोणीय चाल से घूर्णन करता है ?

5

5. द्रव्यमान 1500 kg का एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा कर रहा है। इसकी कक्षा की अर्ध-दीर्घ अक्ष की लंबाई 7000 km और भूमि-उच्च दूरी 8400 km है। उपग्रह की कुल यांत्रिक ऊर्जा और उसकी कक्षा की उत्केन्द्रता और प्रकार (शेष) प्राप्त कीजिए। $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ और $M_E = 6.00 \times 10^{24} \text{ kg}$ लीजिए।

2+2+1

6. द्रव्यमान 2.0 kg, 1.0 kg, 3.0 kg और 5.0 kg वाले चार कणों का क्रमशः एक आयत के चार कोनों A, B, C और D पर रखा जाता है। आयत की भुजाएँ $AB = 10.0 \text{ cm}$ और $AD = 6.0 \text{ cm}$ हैं। निकाय का संहति केन्द्र ज्ञात कीजिए। 5
7. द्रव्यमान m और $3m$ वाले दो कणों का प्रत्यास्थ संघट्टन होता है। संघट्टन से पहले द्रव्यमान m का वेग $v_1 \hat{j}$ है और द्रव्यमान $3m$ का वेग $\frac{4}{15}v_0 \hat{i} - \frac{1}{5}v_0 \hat{j}$ है। संघट्टन के बाद द्रव्यमान $3m$ विरामस्थ हो जाता है और द्रव्यमान m का वेग $v_1' \hat{i}$ है। v_1 , v_1' और संहति केन्द्र का वेग निर्धारण कीजिए। 3+2
8. (क) अजड़त्वीय निर्देश तंत्र क्या होते हैं ? द्रव्यमान M वाली एक लड़की एक लिफ्ट में खड़ी है जो त्वरण 6.0 ms^{-2} से ऊपर की ओर गतिमान है। बच्ची पर लग रहा जड़त्वीय बल क्या होगा ? बच्ची का आभासी भार क्या होगा ? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ 1+1+1
- (ख) दो बल \vec{F}_1 और \vec{F}_2 समान आवेग उत्पन्न करते हैं। \vec{F}_2 का परिमाण \vec{F}_1 के परिमाण का तीन गुना है। यदि \vec{F}_1 5 ms के लिए लगता है, तो परिकलित कीजिए कि \vec{F}_2 कितनी देर के लिए लगता है ? 2

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)
Term-End Examination
December, 2022

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

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

Maximum Marks : 25

***Note :** Attempt **All** questions. Internal choices are given. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meaning. You may use a calculator.*

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

- (a) Explain the phenomenon of beats. An ambulance blowing a siren of frequency 700 Hz is travelling towards a vertical reflecting wall with a speed of 7.2 km h^{-1} . Calculate the number of beats heard per second by the driver of the ambulance. Take the speed of sound as 340 ms^{-1} .
- (b) How is a compound pendulum different from a simple pendulum ? Obtain an expression for the time period of a compound pendulum.

- (c) Consider two identical spring-mass systems connected by a spring of spring constant k' .
- Depict their equilibrium and instantaneous configurations.
 - Write down the equations of motion of these masses when they execute longitudinal oscillations.
- (d) An open pipe is closed at one end and it is found that the frequency of the third harmonic of the closed pipe exceeds the fundamental frequency of the open pipe by 100 Hz. Calculate the fundamental frequency of the open pipe.
- (e) The average intensity of light reaching the surface of Earth from the Sun is 1300 Wm^{-2} . It is produced by fusion of hydrogen nuclei. It is given that the total power generated in the Sun by fusion is equal to the power received per unit area of the Earth's surface multiplied by the surface area of a sphere of radius equal to the distance of the Earth and the Sun. Calculate the mass of hydrogen consumed per unit time into radiant energy. Take the distance between the Sun and the Earth as $1.5 \times 10^8 \text{ km}$.

2. Attempt any **two** parts :

2×5=10

- (a) Write the equation of damped oscillations. If its solution is of the form

$$x = a_0 e^{-bt} \cos(\omega_d t + \phi)$$

and $f = 1$ Hz, its amplitude of vibration is halved in 5 s. Obtain the equation in terms of the values of b and ω_0 .

- (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?

- (c) A transverse wave travelling in the +ve x-direction is represented as

$$y(x, t) = 0.02 \sin(2t - 3x) \text{ m.}$$

Calculate the velocity of the wave. Also obtain the maximum values of particle velocity and acceleration.

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)
सत्रांत परीक्षा
दिसम्बर, 2022

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 । आंतरिक विकल्प दिए गए हैं । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं ।

1. कोई **तीन** भाग हल कीजिए :

$3 \times 5 = 15$

(क) निस्पंद परिघटना की व्याख्या कीजिए । एक ऐम्बुलेंस, जिसके सायरन की आवृत्ति 700 Hz है, एक उर्ध्वाधर परावर्ती दीवार की ओर 7.2 km h^{-1} की चाल से अग्रसर हो रही है । ऐम्बुलेंस के चालक द्वारा सुने जाने वाले प्रति सेकण्ड विस्पंदों की संख्या परिकलित कीजिए । ध्वनि का वेग 340 ms^{-1} लीजिए ।

(ख) पिंड लोलक से सरल लोलक किस प्रकार भिन्न है ?
पिंड लोलक के आवर्त काल का व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

- (ग) दो एकसमान कमानी-संहति निकायों की कल्पना कीजिए । ये एक अन्य कमानी, जिसका कमानी स्थिरांक k' है, से जुड़े हैं ।
- (i) इस निकाय के साम्यावस्था तथा तात्क्षणिक विन्यास आलेखित कीजिए ।
 - (ii) इन संहतियों के लिए गति समीकरण लिखिए जब ये अनुदैर्घ्य दोलन करते हैं ।
- (घ) एक खुली नलिका के एक सिरे को बंद करने पर पाया जाता है कि बंद नलिका के तृतीय संनादी की आवृत्ति खुली नलिका की मूल आवृत्ति से 100 Hz अधिक है । खुली नलिका की मूल आवृत्ति परिकलित कीजिए ।
- (ङ) सूर्य से पृथ्वी की सतह पर पहुँचने वाली ऊर्जा की औसत तीव्रता 1330 Wm^{-2} है । यह हाइड्रोजन नाभिकों के संगलन से जनित होती है । दिया है कि संगलन द्वारा सूर्य की क्रोड में जनित कुल शक्ति पृथ्वी के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर प्राप्त ऊर्जा तथा सूर्य और पृथ्वी के बीच दूरी वाले गोले की त्रिज्या के पृष्ठ क्षेत्रफल के गुणनफल के बराबर है । गणना कीजिए कि कितना हाइड्रोजन प्रति इकाई समय में जल जाता है । सूर्य और पृथ्वी के बीच की दूरी $1.5 \times 10^8 \text{ km}$ लीजिए ।

(क) अवमंदित दोलनों का समीकरण लिखिए । यदि इसका हल $x = a_0 e^{-bt} \cos(\omega_d t + \phi)$ के रूप में हो तथा $f = 1$ Hz तो 5 s में इसका कम्पन आयाम आधा रह जाता है । इस दोलन का समीकरण b तथा ω_0 के मानों के पदों में लिखिए ।

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

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

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

(ग) धनात्मक x -दिशा में गतिमान अनुप्रस्थ तरंग को निम्नवत् निरूपित किया जाता है :

$$y(x, t) = 0.02 \sin(2t - 3x) \text{ m}$$

तरंग का वेग परिकलित कीजिए । साथ ही, कण के वेग तथा त्वरण के अधिकतम मान ज्ञात कीजिए ।