

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

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 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 एवं तरंगे

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 या 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।

No. of Printed Pages : 16 **BPHE-101/PHE-01/
BPHE-102/PHE-02**

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

June, 2022

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**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)****Term-End Examination****June, 2022****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS***Time : 1½ Hours**Maximum Marks : 25*

Note : Attempt any five questions. The marks for each question are indicated against it. You may use a calculator. Symbols have their usual meaning.

1. An airplane flies at a constant speed along a straight line at an angle of 37° with the horizontal. The weight of the airplane is 70000 N and the engine of the airplane provides a thrust of 110000 N in the direction of the flight. Determine the force perpendicular to the airplane's wings and the force of air resistance opposite to the airplane's direction of motion. Draw the free body diagram for the airplane. Take $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ and $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$.

4+1

P. T. O.

2. A box of mass 20 kg is pushed up an inclined plane from rest with a force of 200 N. The plane makes an angle of 30° with the horizontal. The coefficient of kinetic friction between the plane and the box is 0.20. Using work-energy theorem, calculate the speed of the box after it has been pushed for 10 m. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 5
3. State the law of conservation of energy. A child of mass 35 kg slides down a slide from a height of 6.0 m. Calculate the speed of the child at the bottom of the slide. Neglect friction.
Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 1+4
4. A constant torque of 30 Nm is exerted on a particle of mass 0.25 kg, initially at rest. It then moves in a circle of radius 1.0 m. Determine the angular acceleration, angular speed, angular momentum and kinetic energy of the particle after 2.0 s. 5
5. Derive the law of equal areas for the central force. The orbit of a satellite about the earth is given by : 3+2

$$r = \frac{4000}{1 + 0.4 \cos \theta} \text{ km}$$

Determine the eccentricity and type of orbit.

6. Determine the centre of mass and relative coordinates for a system of two particles of mass 2.0 kg and 3.0 kg, respectively kept in the xy -plane with coordinates (1, 0) and (3, 2) in m. Also calculate the reduced mass of the system.

2+2+1

7. The earth suddenly shrinks so that its radius becomes one-third of its usual value without any change in its mass. What is its final period of daily rotation ?

5

8. (a) A tiny virus particle is kept in an ultracentrifuge at 5.0 cm from the vertical axes of rotation. If the angular speed of the centrifuge is $3\pi \times 10^3 \text{ rads}^{-1}$, what is the effective value of g relative to the frame rotating with the centrifuge ?

3

(b) A ball of mass 0.2 kg coming straight at a bat with a speed of 15 ms^{-1} is hit so that it travels in the opposite direction with the same speed. What impulse is experienced by the ball while it is in contact with the bat ?

2

BPHE-101/PHE-01

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2022

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

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे अधिकतम अंक : 25

नोट : कोई पाँच 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. एक हवाई जहाज क्षैतिज से 37° के कोण पर सरल रेखा में अचर चाल से उड़ रहा है। हवाई जहाज का भार 70000 N है और उड़ान की दिशा में इसके इंजन का प्रणोद 110000 N है। हवाई जहाज के पंखों के लम्बवत् लग रहा वायु उत्थापन बल और गति की दिशा की विपरीत दिशा में लग रहा वायु प्रतिरोध बल निर्धारित कीजिए। $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$ और $\cos 37^\circ = \frac{4}{5}$

लीजिए। हवाई जहाज का बल-निर्देशक आरेख भी खींचिए। 4+1

2. द्रव्यमान 20 kg वाले एक बक्से को, 200 N के बल द्वारा, एक नत तल पर विरामावस्था से ऊपर ढकेला जाता है। नत तल और क्षैतिज के बीच का कोण 30° है। तल और बक्से के बीच गतिक घर्षण गुणांक 0.20 है। कार्य-ऊर्जा प्रमेय का प्रयोग करते हुए, 10 m ढकेले जाने के बाद बक्से की चाल परिकलित कीजिए। 5
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए।

3. ऊर्जा संरक्षण नियम का कथन दीजिए। द्रव्यमान 35 kg की एक बच्ची झूले पर 6.0 m की ऊँचाई से नीचे फिसलती है। घर्षण को नगण्य मानते हुए झूले के अंतिम बिन्दु पर लड़की की चाल परिकलित कीजिए। 1+4
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ मानिए।

4. प्रारम्भ में विरामावस्था में स्थित, द्रव्यमान 0.25 kg वाले एक कण पर, 30 Nm का अचर बल आघूर्ण लगाया जाता है। उसके बाद कण 1.0 m त्रिज्या वाले एक वृत्त में घूर्णन करने लगता है। 2.0 s के बाद कण का कोणीय त्वरण, कोणीय चाल, कोणीय संवेग और गतिज ऊर्जा परिकलित कीजिए। 5

5. केन्द्रीय बल के लिए समान क्षेत्रफल नियम व्युत्पन्न कीजिए। पृथ्वी के एक उपग्रह की कक्षा का समीकरण निम्नलिखित है : 3+2

$$r = \frac{4000}{1 + 0.4 \cos \theta} \text{ km}$$

कक्षा की उत्केन्द्रता और प्रकार निर्धारित कीजिए।

6. द्रव्यमान 2.0 kg और 3.0 kg वाले दो कणों के एक निकाय को xy-समतल में रखा जाता है। द्रव्यमानों के निर्देशांक m की इकाइयों में क्रमशः (1, 0) और (3, 2) हैं। इस निकाय का संहति केन्द्र, आपेक्षिक निर्देशांक और समानीत द्रव्यमान निर्धारित कीजिए।

2+2+1

7. मान लीजिए कि अचानक सिकुड़ने से पृथ्वी की त्रिज्या उसके सामान्य मान की एक तिहाई रह जाती है लेकिन उसका द्रव्यमान नहीं बदलता। उसके दैनिक घूर्णन के आवर्तकाल का अंतिम मान परिकलित कीजिए। 5

8. (क) एक सूक्ष्म वायुस के कण को एक अपकेंद्रण यंत्र में ऊर्ध्वाधर घूर्णन अक्ष से 5.0 cm की दूरी पर रखा जाता है। यदि अपकेंद्रण यंत्र के घूर्णन की कोणीय चाल $3\pi \times 10^{-3} \text{ rad s}^{-1}$ हो, तो अपकेंद्रण यंत्र के साथ जुड़े घूर्णन तंत्र में g का प्रभावी मान क्या होगा ? 3

(ख) बल्ले से टकराने के बाद द्रव्यमान 0.2 kg की गेंद, जिसकी चाल 15 ms^{-1} है, उसी चाल से विपरीत दिशा में गतिमान होती है। बल्ले से संपर्क के दौरान गेंद द्वारा अनुभव किया गया आवेग क्या है ?

BPHE-102/PHE-02

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

June, 2022

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 : $3 \times 5 = 15$
- (a) Consider a long drinking straw. When air is blown over it, we hear sound corresponding to the fundamental frequency of standing waves formed in the straw. How will the fundamental frequency change when the bottom end of the straw is covered with a finger ? Also calculate the frequency of fundamental mode in a closed pipe of length 0.5 m. Take the velocity of sound as 340 ms^{-1} .

(b) Show that the function

$$f(t) = (\sin \omega t + \cos \omega t)$$

represents simple harmonic motion. What is the time period, amplitude and initial phase of such motion.

(c) Obtain relations for apparent frequencies of sound (i) when the source moves towards the listener and (ii) when the listener moves towards the source ?

(d) A particle is executing SHM. Calculate the ratio of its kinetic and potential energies when the displacement of the oscillating particle is half of its amplitude.

(e) A particle is simultaneously subjected to two mutually perpendicular oscillations given by :

$$x = \sin \omega t$$

$$\text{and } y = 4 \sin (\omega t + \pi)$$

The displacements are measured in cm. Determine the trajectory of the resultant motion of the particle.

P. T. O.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

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

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

Express v_g in terms of λ .

(b) A body of mass 0.2 kg is suspended from a spring of force constant 100 Nm^{-1} . The frictional force acting on it is $5v$ N. Write down the differential equation of its motion and calculate the period of oscillations.

(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.

BPHE-102/PHE-02

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2022

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 : $3 \times 5 = 15$

(क) पेय पीने वाली एक लम्बी स्ट्रॉ की कल्पना कीजिए। जब इसके ऊपर हवा फूँकी जाती है तो इसमें उत्पन्न होने वाली अप्रगामी तरंगों के संगत मूल आवृत्ति की ध्वनि सुनाई देती है। मूल आवृत्ति में कैसा परिवर्तन होगा जब स्ट्रॉ के

निचले सिरे को अँगुली से बंद कर दिया जाता है ? एक 0.5 m लम्बी बंद नली में मूल आवृत्ति परिकल्पित कीजिए। ध्वनि का वेग 340 ms^{-1} लीजिए।

(ख) सिद्ध कीजिए कि फलन

$$f(t) = (\sin \omega t + \cos \omega t)$$

सरल आवर्त गति को निरूपित करता है। इसका आवर्तकाल, आयाम तथा आरम्भिक कला क्या होंगे ?

(ग) (i) जब एक ध्वनि स्रोत श्रोता की ओर गतिमान होता है तथा (ii) श्रोता स्रोत की ओर गतिमान होता है तो ध्वनि की आभासी आवृत्तियों के लिए संबंध व्युत्पन्न कीजिए।

(घ) एक कण सरल आवर्त गति कर रहा है। जिस क्षण उसका विस्थापन उसके आयाम का आधा होता है, तो इसकी गतिज एवं स्थितिज ऊर्जाओं का अनुपात परिकल्पित कीजिए।

- (ड) किसी कण पर एक साथ दो परस्पर लम्बवत् दोलन आरोपित होते हैं :

$$x = \sin \omega t$$

$$y = 4 \sin (\omega t + \pi)$$

और
विस्थापनों को cm में मापा जाता है।

इस कण की परिणामी गति का प्रपथ निर्धारित कीजिए।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए : $2 \times 5 = 10$

- (क) समूह वेग एवं कला वेग में निम्नलिखित संबंध है :

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

v_g को λ के पदों में व्यक्त कीजिए।

- (ख) बल नियतांक 100 Nm^{-1} की कमानी से 0.2 kg द्रव्यमान का एक पिंड लटकाया गया है। इस पर 5 v N का घर्षण बल कार्यरत है। इस पिंड का गति का अवकल समीकरण लिखिए और इसके दोलनों का आवर्त काल परिकलित कीजिए।

- (ग) एक सोनोमीटर तार के गुणता कारक का मान 2×10^3 है। कर्षित करने पर तार प्रति सेकण्ड 240 कम्पन करने लगता है। समय का वह मान परिकलित कीजिए जिसमें आयाम का मान घटकर उसके प्रारम्भिक मान का e^{-2} रह जाएगा।