

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

**BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)**

**Term-End Examination**

**June, 2024**

**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.*

---

---

**P. T. O.**

[ 2 ] BPHE-101//PHE-02

BPHE-101/PHE-01/

BPHE-102/PHE-02

विज्ञान स्नातक ( बी. एस.-सी. )

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

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 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।

**BPHE-101/PHE-01****BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)****Term-End Examination****June, 2024****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS***Time :  $1\frac{1}{2}$  Hours**Maximum Marks : 25*

---

**Note :** (i) *The marks for each question are indicated against it.*

(ii) *Symbols have their usual meaning.*

(iii) *You may use a calculator.*

---

---

Attempt any **five** questions :

5×5=25

1. A block is pulled horizontally by a rope on the surface of the moon, where the acceleration due to gravity is  $1.5 \text{ ms}^{-2}$ . Obtain the weight of the block on the moon, if its weight on earth is 196 N. If the coefficient of kinetic friction between the block and the moon's surface is  $\mu_k = 0.3$ , obtain its acceleration if the tension in the rope is  $T = 60 \text{ N}$ . Take acceleration due to gravity on the earth to be  $9.8 \text{ ms}^{-2}$ . 1+4

**P. T. O.**

2. (a) State the law of conservation of linear momentum. 1
- (b) A rocket of mass 7000 kg moving at a speed of  $6.0 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  rejects exhaust gas of 2000 kg at a speed of  $1.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  relative to the rocket. Determine the final velocity of the rocket. 4
3. A helicopter pulls a box of mass 30 kg vertically up with a cable through a height of 15 m. What is the work done on the box by the cable if the acceleration of the box is  $2.0 \text{ ms}^{-2}$ ? What is the work done by the force of gravity on the box? Calculate the kinetic energy just before the box reaches the helicopter. Take  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ . 2+1+2
4. (a) Obtain the one-dimensional relation between potential energy and force for a conservative system. Obtain Hooke's law for a spring system moving along X-axis, given that the spring constant is  $k$  and the potential energy is  $U(x) = \frac{1}{2} kx^2$ . 4

- (b) Draw the potential energy curve for a simple harmonic oscillator. 1
5. State the law of conservation for angular momentum. A merry-go-round possessing rotational inertia of  $3000 \text{ kgm}^2$  mounted on a frictionless vertical axle is rotating at an angular speed of 2 r.p.m. An object is placed on the platform of the merry-go-round in the radial direction. Calculate the rotational inertia of the object if the rotational speed of merry-go-road reduces to 1.5 r.p.m. after placing the object. 1+4
6. A satellite of mass 3500 kg orbits the earth in an elliptical orbit. The satellite is at a distance of 1500 km from the surface of the earth at the perigee and 5000 km from the surface of the earth at the apogee. Consider the earth to be stationary, its radius  $R_e = 6400 \text{ km}$  and  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ . Determine the energy of the satellite in the orbit and the energy required to put the satellite in its orbit. 5
7. Consider a system of N particles subjected only to the force of gravity. Show that the angular

momentum of the system about the centre of mass is conserved.      5

8. Define a non-inertial frame of reference. A particle of mass  $5 \times 10^{-18}$  kg is held in a water suspension in an ultracentrifuge at a distance of 4.0 cm from the vertical axis of rotation. If the angular speed of rotation is  $3\pi \times 10^3 \text{ rad s}^{-1}$ , calculate the centrifugal force acting on the particle and the effective value of  $g$  relative to the frame rotating with the centrifuge.      1+4

**BPHE-101/PHE-01****विज्ञान स्नातक ( बी. एस.-सी. )****सत्रांत परीक्षा****जून, 2024****बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी**समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

**नोट :** (i) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(ii) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

(iii) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

**किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए :** प्रत्येक 5

1. एक डिब्बे को रस्सी द्वारा चन्द्रमा की सतह पर क्षैतिजतः खींचा जाता है। चन्द्रमा पर गुरुत्वीय त्वरण  $1.5 \text{ ms}^{-2}$  है। यदि पृथ्वी पर डिब्बे का भार 196 N हो, तो चन्द्रमा पर उसका भार प्राप्त कीजिए। यदि रस्सी में तनाव बल  $T = 60 \text{ N}$  हो तथा डिब्बे और चन्द्रमा की सतह के

बीच गति घर्षण गुणांक  $\mu_k = 0.3$  हो, तो डिब्बे क त्वरण की गणना कीजिए। पृथ्वी पर गुरुत्वीय त्वरण का मान  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  लीजिए। 1+4

2. (क) रैखिक संवेग संरक्षण नियम का कथन लिखिए। 1

(ख)  $6.0 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  की चाल से गतिमान द्रव्यमान  $7000 \text{ kg}$  वाला एक रॉकेट अपने सापेक्ष  $1.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  की चाल से गतिमान द्रव्यमान  $2000 \text{ kg}$  की गैस धारा उत्सर्जित करता है। रॉकेट का अंतिम वेग ज्ञात कीजिए। 4

3. द्रव्यमान  $30 \text{ kg}$  वाले एक बक्से को एक हैलीकॉप्टर केबल द्वारा  $15 \text{ m}$  की ऊँचाई तक ऊर्ध्वारतः ऊपर की ओर खींचता है। यदि बक्से का त्वरण  $2.0 \text{ ms}^{-2}$  हो तो उस पर केबल द्वारा किया गया कार्य कितना होगा ? बक्से पर कितना गुरुत्व बल कार्य करता है ? हैलीकॉप्टर तक पहुँचने से तुरन्त पहले बक्से की गतिज ऊर्जा की गणना कीजिए।  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$  लीजिए। 2+1+2

4. (क) एक संरक्षी निकाय के लिए स्थितिज ऊर्जा और बल के बीच एकविमीय संबंध प्राप्त कीजिए।



$x$ -अक्ष के अनुदिश गतिमान कमानी का कमानी नियतांक  $k$  और स्थितिज ऊर्जा  $U(x) = \frac{1}{2}kx^2$  है। कमानी निकाय के लिए हुक का नियम प्राप्त कीजिए। 4

(ख) सरल आवर्ती दोलक के लिए स्थितिज ऊर्जा वक्र आरेखित कीजिए। 1

5. कोणीय संवेग संरक्षण नियम का कथन दीजिए। जड़त्व आघूर्ण  $3000 \text{ kgm}^2$  वाला एक मेरी-गो-राउंड एक घर्षणहीन ऊर्ध्वाधर ऐक्सल पर रखा हुआ है और प्रति मिनट 2 परिक्रमण की कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है। त्रिज्य दिशा में मेरी-गो-राउंड की प्लेटफार्म पर एक वस्तु रखी जाने पर यदि मेरी-गो-राउंड की चाल घटकर 1.5 परिक्रमण प्रति मिनट हो जाती है, तो वस्तु का जड़त्व आघूर्ण प्राप्त कीजिए। 1+4

6. द्रव्यमान  $3500 \text{ kg}$  का एक उपग्रह दीर्घवृत्तीय कक्षा में पृथ्वी की परिक्रमा कर रहा है। भूमिनीच पर वह पृथ्वी की सतह से  $1500 \text{ km}$  की दूरी पर है और भूमिउच्च

पर वह पृथ्वी की सतह से 5000 km की दूरी पर है। मान लीजिए कि पृथ्वी स्थिर है। पृथ्वी की त्रिज्या  $R_e = 6400$  km और  $g = 9.8 \text{ms}^{-2}$  है। कक्षा में उपग्रह की ऊर्जा और उपग्रह को उसकी कक्षा में पहुँचाने के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए।      5

7. केवल गुरुत्व बल के अधीन N कणों का निकाय लीजिए। सिद्ध कीजिए कि संहति केन्द्र के प्रति इस निकाय का कोणीय संवेग संरक्षित रहता है।      5

8. अजड़त्वीय निर्देश तंत्र की परिभाषा दीजिए। द्रव्यमान  $5 \times 10^{-18}$  kg वाला एक कण एक अपकेन्द्रण यंत्र से पानी में निलंबित है। यह कण ऊर्ध्वाधर घूर्णन अक्ष से 4.0 cm की दूरी पर है। घूर्णन की कोणीय चाल  $3\pi \times 10^3 \text{rads}^{-1}$  है। कण पर लगने वाला अपकेन्द्री बल और अपकेन्द्रण यंत्र के साथ जुड़े घूर्णन तंत्र में 'g' का प्रभावी मान परिकलित कीजिए।      1+4

**BPHE-102/PHE-02****BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)****Term-End Examination****June, 2024****BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES***Time :  $1\frac{1}{2}$  Hours**Maximum Marks : 25*

---

**Note :** (i) *Answer all questions.*(ii) *The marks for each question are indicated against it.*(iii) *Symbols have their usual meanings.*(iv) *You can use a calculator.*

---

---

1. Attempt any **three** parts :  $3 \times 5 = 15$
- (a) Obtain expressions for the angular frequency and the amplitude of a harmonic oscillation in terms of its displacement and velocity given that at displacements  $x_1$  and  $x_2$  from the equilibrium position,  $v_1$  and  $v_2$  are its velocities respectively. 5
- (b) A compound pendulum made of a thin uniform rod of mass 2.0 kg and length 1.5 m is pivoted at one end. The pendulum executes free oscillations about a

**P. T. O.**

horizontal axis passing through the pivot point. Calculate the time period of the pendulum. Take  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ .      5

- (c) Two superposing simple harmonic vibrations are represented by

$$x_1 = 4 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \quad \text{and} \quad x_2 = 5 \cos(20\pi t).$$

Calculate the amplitude and phase constant of the resultant vibration.      5

- (d) A boy is standing near a railway track. A train approaches him with a speed of  $86 \text{ km.h}^{-1}$  and the apparent frequency of the whistle heard by the boy is  $800 \text{ Hz}$ . Calculate the actual frequency of the whistle as emitted by the train. Take speed of sound in air as  $340 \text{ ms}^{-1}$ .      5

- (e) Two strings of mass per unit length  $\mu_1$  and  $\mu_2 (= 9\mu_1)$  are joined together and stretched under the same tension. Calculate the reflection and transmission amplitude coefficients for the transverse wave on the string.      5

2. Attempt any *two* parts :       $2 \times 5 = 10$

- (a) Establish the differential equation for a system of mass  $m$ , executing simple

harmonic motion. Show that the velocity and the acceleration of the oscillating object undergoing simple harmonic motion is proportional to  $\omega$  and  $\omega^2$  respectively.  $\omega$  is the angular frequency of the object. 5

- (b) Establish the differential equation for a damped harmonic oscillator and obtain the expression for its instantaneous displacement. 5
- (c) Derive an expression for the resultant wave produced due to superposition of waves travelling in opposite direction on a stretched string fixed at both ends. Explain why this resultant wave is called a stationary wave. 5

विज्ञान स्नातक ( बी. एस.-सी. )

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

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

समय :  $1\frac{1}{2}$  घण्टे

अधिकतम अंक : 25

---

नोट : (i) सभी प्रश्नों के उत्तर लिखिए।

(ii) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(iii) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

(vi) कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

---

---

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

(क) यदि किसी आवर्त दोलक के लिए उसकी साम्यावस्था से विस्थापनों  $x_1$  और  $x_2$  के संगत वेग के मान क्रमशः  $v_1$  और  $v_2$  हैं तो दोलक की कोणीय आवृत्ति और आयाम का व्यंजक इन राशियों के पदों में प्राप्त कीजिए।

(ख) 2.0 kg द्रव्यमान तथा 1.5 m लम्बाई वाली पतली, एकसमान छड़ से बने एक पिंड लोलक को एक सिरे से लटकाया जाता है। यह लोलक धराग्र बिन्दु से गुजरने वाले क्षैतिज अक्ष के परितः मुक्त दोलन करता है। लोलक का आवर्तकाल परिकलित कीजिए।  $g = 10 \text{ms}^{-2}$  लीजिए। 5

(ग) दो अध्यारोपित सरल आवर्ती दोलन निम्नवत् निरूपित किए जाते हैं :

$$x_1 = 4 \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$$

तथा  $x_2 = 5 \cos(20\pi t)$

परिणामी दोलन का आयाम और कला नियतांक परिकलित कीजिए। 5

(घ) एक बालक रेल पटरी के पास खड़ा है। वह अपनी ओर  $86 \text{km.h}^{-1}$  चाल से आती हुई एक रेलगाड़ी की सीटी की आभासी आवृत्ति का मान 800 Hz अनुभूत करता है। रेलगाड़ी द्वारा जनित सीटी की वास्तविक आवृत्ति का मान परिकलित कीजिए। वायु में ध्वनि के वेग का मान  $340 \text{ms}^{-1}$  मान लीजिए। 5

(ड) प्रति इकाई द्रव्यमान  $\mu_1$  और  $\mu_2 (= 9\mu_1)$  वाली दो डोरियाँ एक-दूसरे से जुड़ी हैं तथा इन्हें एकसमान तनाव द्वारा तानित किया गया है। इन डोरियों पर अनुप्रस्थ तरंगों के लिए परावर्तन और पारगमन आयाम गुणांक परिकल्पित कीजिए।      5

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

(क) सरल आवर्त गति करने वाले द्रव्यमान  $m$  वाले निकाय के लिए अवकल समीकरण स्थापित कीजिए। सिद्ध कीजिए कि दोलनकारी पिंड, जो सरल आवर्त गति कर रहा है, के वेग तथा त्वरण क्रमशः  $\omega$  और  $\omega^2$  के समानुपाती हैं।  $\omega$  पिंड की कोणीय आवृत्ति है।      5

(ख) अवमंदित आवर्ती दोलक के लिए अवकल समीकरण स्थापित कीजिए तथा इसके तात्क्षणिक विस्थापन के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।      5

(ग) दोनों सिरों पर स्थिर एक तानित डोरी पर विपरीत दिशाओं में संचरित तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न परिणामी तरंग के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। समझाइए कि परिणामी तरंग को अप्रणामी तरंग क्यों कहते हैं।      5