No. of Printed Pages : 18

BPHE–101/
BPHE–102/PHE–02

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2024

PHYSICS

BPHE-101 : ELEMENTARY MECHANICS

AND

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Time : 3 Hours *Maximum Marks : 50*

Instructions :

1. *Students registered for both BPHE-101 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 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/
BPHE–102/PHE–02

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

भौतिक विज्ञान

बी.पी.एच.ई.–101 : 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 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 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

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2024

BPHE-101 : ELEMENTARY MECHANICS

Time : $1\frac{1}{2}$ Hours *Maximum Marks : 25*

Note* :** *(i)* Attempt any ***five questions.

(ii) The marks for each question are indicated against it.

(iii) Symbols have their usual meaning.

(iv) You may use a calculator.

---

1. A box of mass 30 kg is pulled on the floor by a rope, the rope makes an angle of 30° with the horizontal. If the tension in the rope is 300 N, determine the coefficient of kinetic friction given that the object moves at a constant velocity. 4+1

   Take $g = 9.8\ ms^{-2}$. Draw the free body diagram.

2. (a) State the Impulse-Momentum theorem.

   (b) Obtain the recoil velocity when a bullet is fired from a gun with a speed of 550 ms^{-1}, assuming the bullet and the gun as an isolated and closed system. It is given that the mass of the gun is 2.5 kg and the mass of the bullet is 0.004 kg. 1+4

3. (a) State the Work-Energy theorem.

   (b) Calculate the work done by the force $\vec{F} = 3x\hat{i} + 2y\hat{j}$ in moving a particle from a point $(1,2)$ to the point $(3,5)$. 1+4

4. (a) A planet rotates about its axis once in 15 hours and orbits the star in 700 days in a circular orbit. What is the average angular speed of a particle on the surface of the planet as it (i) rotates on its axis, and (ii) orbits the star ?

   (b) Define centripetal force and write its mathematical expression. 2+2+1

5. (a) If $\vec{F}$ is the net force acting on a particle and $\vec{r}$ is its position vector with respect to the origin O, what is the magnitude of torque ?

(b) Obtain the equation of motion for a particle in non-uniform circular motion. 1+4

6. Write down the expression for the centre of mass of an N-particle system. The position vectors of three particles of masses $m_1 = 3.0\,\text{kg}$, $m_2 = 7.0\,\text{kg}$ and $m_3 = 4.0\,\text{kg}$ are given by :

$$\overline{r}_1 = (4t^2 + 3t)\hat{i} + 5t^2\hat{j}\,,$$

$$\overline{r}_2 = 3t^2\,\hat{i} + 4t\,\hat{j}$$

and $$\overline{r}_3 = 5t\,\hat{i} + (3t - 2)\,\hat{j}$$

where $\overline{r}_1, \overline{r}_2, \overline{r}_3$ are in metres. Calculate the velocity and the acceleration of the centre of mass of the system. 1+4

7. Derive the expression for total kinetic energy of a rolling rigid body. 5

8. Derive the law of equal areas for a central conservative force. The orbit of a satellite about the earth is given by :

$$r = \frac{7000}{1 + 0.7\cos\theta}\text{km}$$

Determine the eccentricity and type of orbit.

3+2

BPHE–101

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

बी.पी.एच.ई.-101 : प्रारंभिक यांत्रिकी

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

नोट : *(i) किन्हीं **पाँच** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।*

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

(iii) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

(iv) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

---

1. द्रव्यमान 30 kg वाले एक बक्से को फर्श पर एक रस्सी से खींचा जाता है। रस्सी और क्षैतिज के बीच का कोण 30° है। यदि रस्सी में तनाव बल 300 N हो और बक्सा अचर वेग से गतिमान हो, तो गतिक घर्षण गुणांक की गणना कीजिए। $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ लें। बल निर्देशक आरेख भी खींचिए। 4+1

2. (क) आवेग–संवेग प्रमेय का कथन दीजिए।

(ख) 550 ms^{-1} की चाल से बन्दूक से एक गोली दागी जाती है। यदि बंदूक और गोली का निकाय विलगित और बंद निकाय हो, तो बंदूक का प्रतिक्षेप वेग क्या होगा ? दिया है कि गोली का द्रव्यमान 0.004 kg और बंदूक का द्रव्यमान 2.5 kg है। 1+4

3. (क) कार्य–ऊर्जा प्रमेय का कथन दीजिए।

(ख) बल $\vec{F} = 3x\hat{i} + 2y\hat{j}$ द्वारा एक कण को बिन्दु (1,2) से बिन्दु (3,5) तक, ले जाने में किया गया कार्य परिकलित कीजिए। 1+4

4. (क) एक ग्रह अपने अक्ष पर 15 घण्टे में एक बार घूर्णन करता है और अपने तारे के चारों ओर 700 दिन में एक परिक्रमा करता है। ग्रह की सतह पर स्थित कण की औसत कोणीय चाल क्या होगी (i) जब वह अपने अक्ष पर घूर्णन करता है, और (ii) जब वह तारे की परिक्रमा करता है ?

(ख) अभिकेंद्र बल की परिभाषा दीजिए और उसका गणितीय व्यंजक लिखिये। 2+2+1

5. (क) यदि किसी कण पर आरोपित शुद्ध बल $\vec{F}$ हो और मूलबिन्दु O के सापेक्ष कण का स्थिति सदिश $\vec{r}$ हो, तो बल आघूर्ण का परिमाण क्या होगा ?

(ख) असमान वर्तुल गति कर रहे एक कण के लिए गति का समीकरण प्राप्त कीजिए। 1+4

6. N-कण के निकाय के लिए संहति केंद्र का व्यंजक लिखिये। द्रव्यमान $m_1 = 3.0$ kg, $m_2 = 7.0$ kg और $m_3 = 4.0$ kg वाले तीन कणों के स्थिति सदिश निम्नलिखित हैं :

$$\overline{r}_1 = (4t^2 + 3t)\hat{i} + 5t^2\hat{j},$$

$$\overline{r}_2 = 3t^2\hat{i} + 4t\,\hat{j}$$

तथा $$\overline{r}_3 = 5t\,\hat{i} + (3t-2)\hat{j}$$

जहाँ $\overline{r}_1, \overline{r}_2, \overline{r}_3$ मीटर में हैं। निकाय के संहति केंद्र का वेग और त्वरण परिकलित कीजिए। 1+4

7. एक लुढ़कने वाले दृढ़ पिंड की कुल गतिज ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

8. केंद्रीय संरक्षी बल के लिए समान क्षेत्रफल नियम व्युत्पन्न कीजिए। एक उपग्रह का पृथ्वी के चारों ओर कक्षा का समीकरण है :

$$r = \frac{7000}{1 + 0.7\cos\theta}\,\text{km}$$

कक्षा की उत्केन्द्रता और प्रकार निर्धारित कीजिए। 3+2

BPHE–102/PHE–02

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 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 : 3×5=15

(a) A 20 mH inductor is connected to a 1μF capacitor. Calculate the frequency of electrical oscillations in it. If the maximum potential difference across the capacitor is 10 V, calculate the energy of oscillations.

(b) Two identical pendulums, each of mass 0.2 kg and length 0.75 m are coupled to each other through a spring connected to their bobs. The force constant of the spring is 5 Nm^{-1}. Calculate the normal mode frequencies of the coupled pendulum. Take $g = 9.8\ ms^{-2}$.

(c) The wave on a string fixed at both ends are represented by the equation :

$$y(x,t) = 2\sin\left(\frac{\pi x}{3}\right)\cos(50\pi t)\,\text{m}$$

This stationary wave is produced due to supposition of :

$$y_1(x,t) = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x - vt)$$

and $y_2(x,t) = A\sin\dfrac{2\pi}{\lambda}(x + vt)$.

(i) Obtain the equations of component waves.

(ii) Calculate the distance between two consecutive nodes of the stationary wave on the string.

(d) A train generates sound of frequency 480 Hz.

(i) If you are standing on the platform and the train is approaching the platform with a speed of 30 ms^{-1}, calculate the frequency of sound heard by you.

(ii) What frequency will you hear if the train is standing on the platform and you approach it with a speed of 30 ms^{-1} ?

Take speed of sound as 340 ms^{-1}.

2. Attempt any ***two*** parts : 2×5=10

(a) Calculate the speed of sound in water and steel. Take $\gamma = 1.4$, $\rho_{water} = 10^3\,kg\text{-}m^{-3}$, $\rho_{steel} = 7800\,kg\,m^{-3}$, $B = 0.20 \times 10^{10}\,Nm^{-2}$ and $Y = 2 \times 10^{11}\,Nm^{-2}$.

Explain the significance of your result.

(b) Derive an expression for the impedance offered to transverse waves by a stretched string.

(c) Distinguish between phase velocity and group velocity. The phase velocity of a transverse wave in a crystal of atomic separation d is given by :

$$v_p = C\frac{\sin(kd/2)}{(kd/2)}$$

where C is a constant. Determine the group velocity of the wave.

BPHE–102/PHE–02

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 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) 20 mH का प्रेरक 1 μF संधारित्र से जुड़ा है। विद्युत दोलनों की आवृत्ति परिकलित कीजिए। यदि संधारित्र के सिरों के बीच अधिकतम विभवान्तर 10 V हो, तो दोलनों की ऊर्जा परिकलित कीजिए।

(ख) 0.2 kg द्रव्यमान तथा 0.75 m लम्बाई वाले दो सर्वसम लोलक एक कमानी द्वारा युग्मित हैं। कमानी का बल नियतांक 5 Nm^{-1} है। युग्मित लोलकों की प्रसामान्य विधा आवृत्तियाँ परिकलित कीजिए। g का मान 9.8 ms^{-2} लें।

(ग) दोनों सिरों पर कसकर बँधी डोरी में उत्पन्न तरंग को निम्नलिखित समीकरण द्वारा निरूपित किया जाता है :

$$y(x,t) = 2\sin\left(\frac{\pi x}{3}\right)\cos(50\pi t) \text{ मी.}$$

यह अप्रगामी तरंग निम्नलिखित तरंगों के अध्यारोपण से उत्पन्न होती है :

$$y_1(x,t) = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x - vt)$$

तथा $$y_2(x,t) = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(x + vt)$$

(i) घटक तरंगों के समीकरण प्राप्त कीजिए।

(ii) अप्रगामी तरंग के दो क्रमागत निस्पदों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए।

(घ) एक रेलगाड़ी 480 Hz की ध्वनि उत्सर्जित करती है।

(i) यदि आप प्लेटफॉर्म पर खड़े हैं तथा रेलगाड़ी प्लेटफॉर्म की ओर 30 ms^{-1} की गति से आ रही है तो आप किस आवृत्ति की ध्वनि अनुभूत करेंगे ?

(ii) यदि रेलगाड़ी प्लेटफॉर्म पर खड़ी है और आप इसकी ओर 30 ms^{-1} की चाल से बढ़ रहे हैं, तो आपके द्वारा अनुभूत आवृत्ति का मान क्या होगा ?

ध्वनि की चाल का मान 340 ms^{-1} लें।

2. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर दीजिए : 2×5=10

(क) जल तथा इस्पात में ध्वनि की चाल $\gamma = 1.4$, $\rho_{water} = 10^3\,\text{kg-m}^{-3}$, $\rho_{steel} = 7800\,\text{kg-m}^{-3}$, $B = 0.20 \times 10^{10}\,\text{Nm}^{-2}$ तथा $Y = 2 \times 10^{11}\,\text{Nm}^{-2}$ लेकर परिकलित कीजिए तथा अपने परिणाम का भौतिक महत्त्व बताइये।

(ख) तनित डोरी द्वारा अनुप्रस्थ तरंगों को प्रस्तुत की जाने वाली प्रतिबाधा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(ग) कला वेग और समूह वेग में अन्तर बताइए। किसी क्रिस्टल जिसमें परमाणु एक-दूसरे से d दूरी से पृथक्कृत हैं, में अनुप्रस्थ तरंग के कला वेग का व्यंजक है :

$$v_p = C \frac{\sin(kd/2)}{(kd/2)}$$

जहाँ C एक नियतांक है। तरंग के समूह वेग का मान निर्धारित कीजिए।

× × × × × × ×