No. of Printed Pages : 17

BPHE–101/BPHE-102/PHE–02

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

June, 2026

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

जून, 2026

भौतिकी

बी.पी.एच.ई.–101 : प्रारंभिक यांत्रिकी

एवं

बी.पी.एच.ई.–102/पी.एच.ई.–02 : दोलन और 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 के 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 दीजिए।
2. जो छात्र बी.पी.एच.ई.–101 अथवा बी.पी.एच.ई.–102/पी.एच.ई.–02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्न–पत्र के उत्तर, उत्तर–पुस्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ–साफ लिखकर दीजिए।

BPHE–101

BACHELOR OF SCIENCE

(B. SC.)

Term-End Examination

June, 2026

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 crate of mass 4.0 kg is moving down an inclined plane which makes an angle of 30° with the horizontal. If the coefficient of kinetic friction is 0.15, calculate the acceleration of the crate. Draw the free body diagram. (Take g = 10 ms^{-2})

   Explain what is a free particle. 4+1

2. State the law of conservation of linear momentum. 1+4

A rocket of mass 5000 kg moving at a speed of $5.5 \times 10^3 \, ms^{-1}$ ejects an exhaust gas of 1500 kg at a speed of $2.0 \times 10^3 \, ms^{-1}$ relative to the rocket. Calculate the final velocity of the rocket.

3. A particle of mass 30.0 g is pushed along a straight line with an initial speed of 3.0 ms^{-1}. A constant force of friction F = 0.06 N is exerted opposite to the motion of the particle. How far will the particle move before it comes to rest ? 5

4. The average angular acceleration of a stone lodged in a rotating wheel is 120 rad s^{-2}. Calculate the speed of the stone after 3.0 s, if it starts from rest. What is its acceleration at this instant of time ? It is given that the distance of the stone from the axis of rotations is 0.10 m. 2+3

5. A merry-go-round is accelerated uniformly from rest and attains an angular speed of 0.4 rad s^{-1} in 12 s. Calculate the moment of inertia of the merry-go-round if the net applied torque is 2000 Nm. What will be the angular momentum of the merry-go-round after 20 s ? 3+2

6. A satellite of mass 2000 kg moves about the earth in an orbit with semi-major axis, a = 5000 km. Calculate the total mechanical energy of the satellite. Determine the eccentricity and shape of the orbit if the apogee distance $r_a = 6500$ km. Given $M_e = 5.98 \times 10^{24}$ kg and $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2\,\text{kg}^{-2}$. 3+2

7. A 4 kg ball and a 6 kg ball are moving towards each other with a speed of 6 ms $^{-1}$ each. Calculate the velocity of the centre of mass of the system and the velocities of the

two balls after collision in the centre of mass frame of reference. 1+4

8. What will be the period of daily rotation of the earth, if the earth suddenly condensed to half of its usual radius without any change in the mass. 5

BPHE–101

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

बी.पी.एच.ई.-101 : प्रारंभिक यांत्रिकी

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

नोट : *(i) किन्हीं **पाँच** प्रश्नों को हल कीजिए।*

(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 4.0 kg का एक डिब्बा एक नत तल पर नीचे की ओर फिसलता है। नत तल और क्षैतिज के बीच का कोण 30° है। यदि गतिक घर्षण गुणांक 0.15 हो, डिब्बे का त्वरण परिकलित कीजिए। बल-निर्देशक आरेख भी खींचिए। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए।

   समझाइए कि एक मुक्त कण क्या होता है। 4+1

2. रैखिक संवेग संरक्षण नियम का कथन दीजिए। $5.5 \times 10^3 ms^{-1}$ की चाल से गतिमान द्रव्यमान 5000 kg वाला एक रॉकेट अपने सापेक्ष $2.0 \times 10^3 ms^{-1}$ की चाल से गतिमान द्रव्यमान 1500 kg की गैस धारा उत्सर्जित करता है। रॉकेट का अन्तिम वेग परिकलित कीजिए। 1+4

3. द्रव्यमान 30.0 g के एक कण को एक सरल रेखा के अनुदिश $3.0\ ms^{-1}$ की प्रारंभिक चाल से ढकेला जाता है। कण पर गति की दिशा के विपरीत $F = 0.06$ N का अचर घर्षण बल लगता है। रुकने से पहले कण कितनी दूरी तय करेगा ? 5

4. घूर्णन कर रहे पहिये में अटके एक कंकड़ का औसत कोणीय त्वरण $120\ rad\ s^{-2}$ है। 3.0 s के बाद कंकड़ की चाल परिकलित कीजिए, यदि कंकड़ विरामावस्था से गति शुरू करता है। इस क्षण पर उसका त्वरण क्या है ? दिया है कि कंकड़ की घूर्णन अक्ष से दूरी 0.10 m है। 2+3

5. विरामावस्था में स्थित एक मेरी–गो–राउंड को एकसमान त्वरण दिया जाता है जिससे कि 12 s के बाद उसकी कोणीय चाल $0.4\ rad\ s^{-1}$ हो जाती है। यदि कुल आरोपित बल आघूर्ण 2000 Nm हो, तो मेरी–गो–राउंड का जड़त्व आघूर्ण परिकलित कीजिए। 20 s के बाद मेरी–गो–राउंड का कोणीय संवेग क्या होगा ? 3+2

6. पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा कर रहे द्रव्यमान 2000 kg वाले उपग्रह की कुल यांत्रिक ऊर्जा क्या होगी, यदि कक्षा के अर्ध–दीर्घ अक्ष का मान a = 5000 km हो ? कक्षा की उत्केन्द्रता और आकार निर्धारित कीजिए यदि भूमिउच्च दूरी का मान $r_a = 6500\ \text{km}$ हो। 3+2

दिया गया है कि $M_e = 5.98 \times 10^{24} \text{kg}$ और $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}$ ।

7. एक 4 kg की गेंद और एक 6 kg की गेंद एक–दूसरे की ओर 6 ms^{-1} की बराबर चाल से गतिमान हैं। निकाय के संहति केन्द्र का वेग क्या होगा ? संघट्टन के बाद, संहति केन्द्र तंत्र में, दोनों गेंदों का वेग निर्धारित कीजिए। 1+4

8. पृथ्वी को अचानक संघनित किया जाता है जिससे कि उसकी त्रिज्या अपने सामान्य मान की आधी रह जाती है और उसका द्रव्यमान नहीं बदलता। तब पृथ्वी के दैनिक घूर्णन का आवर्तकाल क्या होगा ? 5

BPHE–102/PHE–002

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

June, 2026

BPHE-102/PHE-002 : OSCILLATIONS AND WAVES

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

Note : *(i) Answer all questions. However, internal choices are given.*

(ii) Marks are given against each question.

(iii) You can use a calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

---

1. Attempt any *three* parts : 3×5=15

(a) How is a compound pendulum different from a simple pendulum ? Obtain an expression for the time period of a compound pendulum. 5

(b) Two collinear harmonic oscillations are given as : 5

$$x_1(t) = 0.04 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \text{m}$$

$$x_2(t) = 0.05 \cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{6}\right) \text{m}$$

Calculate the amplitude, the phase constant of the resultant oscillation obtained on superposing these two collinear oscillations.

(c) A body of mass 0.3 kg is suspended from a spring of force constant 30 Nm^{-1}. Neglecting the air drag, obtain the expression for its displacement if the external force F = 30 cos ωt is applied on it. 5

(d) A progressive wave is described by the equation : 5

$$y(x, t) = (1) \sin\left[500\pi t - \frac{\pi x}{50}\right] \text{cm}$$

Determine its direction of propagation, wavelength, angular frequency, frequency and velocity.

(e) The wavelength of a note of sound of frequency 600 Hz is found to be 0.60 m at 16°C. If the density of air at STP is 1.29 kg m^{-3}, calculate *r*. Here *r* is the ratio of molar heat capacities of a gas at constant pressure and constant volume. 5

2. Attempt any *two* parts : 2×5=10

(a) Several hundred beads, each of 1.2 g are connected in series with springs 7 mm long, each weighing 1.3 g. If beads occupy 3 mm each. A force of 0.6 N is required to compress or extend spring by 1 mm. Calculate the velocity of propagation of elastic longitudinal waves along the spring-bead system. 5

(b) Two waves propagating on a stretched string fixed at both ends are given by : 5

$$y_1(x, t) = (0.09)\sin\left(t - \frac{x}{2}\right)\text{m}$$

$$y_2(x, t) = (0.09)\sin\left(t + \frac{x}{2}\right)\text{m}$$

Determine the position of the nodes (n = 1, 2) for the resulting standing waves.

(c) Two strings of mass per unit lengths μ_1 and μ_2 $(= 9\mu_1)$ are joined and stretched under the same tension. Calculate the reflection and transmission amplitude coefficients for transverse waves on the strings. 5

BPHE–102/PHE–002

विज्ञान स्नातक (बी. एस–सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

बी.पी.एच.ई.–102/पी.एच.ई.–002 : दोलन और तरंगें

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

नोट : *(i)* *सभी प्रश्नों के उत्तर लिखिए। परन्तु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं।*

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

(iii) *आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।*

(iv) *सभी प्रतीकों के अपने अर्थ सामान्य हैं।*

---

1. किन्हीं **तीन** भागों को हल कीजिए : 3×5=15

(क) पिंड लोलक और सरल लोलक में क्या अन्तर है ? पिंड लोलक के लिए आवर्तकाल का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ख) दो संरेख आवर्ती दोलन निम्नवत निरूपित किए गए हैं : 5

$$x_1(t) = 0.04\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{3}\right)\text{m}$$

$$x_2(t) = 0.05\cos\left(20\pi t - \frac{\pi}{6}\right)\text{m}$$

इन दो संरेख दोलनों के अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न परिणामी दोलन का आयाम तथा कला नियतांक परिकलित कीजिए।

(ग) 30 Nm^{-1} बल नियतांक वाली एक कमानी से 0.3 kg का एक द्रव्यमान लटकाया गया है। इस पर एक बाह्य आवर्ती बल $F = 30 \cos \omega t$ आरोपित किया जाता है। इस दोलक के लिए विस्थापन का व्यंजक उत्पन्न कीजिए। मान लीजिए कि हवा के कर्षण के कारण अवमंदन नगण्य है। 5

(घ) एक प्रगामी तरंग को निम्न समीकरण द्वारा निरूपित किया जाता है : 5

$$y(x, t) = (1)\sin\left[500\pi t - \frac{\pi x}{50}\right]\text{cm}$$

इस तरंग की संचरण दिशा, तरंगदैर्घ्य, कोणीय आवृत्ति, आवृत्ति तथा वेग परिकलित कीजिए।

(ङ) 16°C तापमान पर 600 Hz आवृत्ति वाली ध्वनि के तरंगदैर्घ्य का मान 0.60 m है। यदि STP पर वायु का घनत्व 1.29 kg m^{-3} है तो r का मान परिकलित कीजिए। यहाँ r नियत दाब और नियत आयतन पर मोलीय ऊष्मा धारिता का अनुपात है। 5

2. किन्हीं **दो** भागों को हल कीजिए : 2×5=10

(क) कई सौ मणिकाएँ, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान 1.2 g है, परस्पर 7 mm लम्बी कमानियों द्वारा जुड़ी हैं जिसमें प्रत्येक कमानी का द्रव्यमान 1.3 g है। प्रत्येक मणिका 3 mm स्थान लेती है। कमानी को 1 mm खींचने अथवा संपीडित करने के लिए 0.6 N बल की आवश्यकता होती है। कमानी–मणिका निकाय के अनुदिश जनित अनुदैर्घ्य प्रत्यास्थ तरंग का वेग परिकलित कीजिए। 5

(ख) दोनों सिरों पर बंधी तानित डोरी पर निम्नलिखित दो तरंगें गतिमान हैं : 5

$$y_1(x, t) = (0.09) \sin\left(t - \frac{x}{2}\right) \text{m}$$

$$y_2(x, t) = (0.09) \sin\left(t + \frac{x}{2}\right) \text{m}$$

परिणामी अप्रगामी तरंग में निस्पदों ($n = 1, 2$) का स्थान निर्धारित कीजिए।

(ग) प्रति इकाई लंबाई द्रव्यमान μ_1 और μ_2 $(= 9\mu_1)$ वाली दो डोरियाँ एक–दूसरे से जुड़ी हैं तथा इन्हें एक समान तनाव द्वारा तनित किया गया है। इन डोरियों पर अनुप्रस्थ तरंगों के लिए परावर्तन तथा पारगमन आयाम गुणांक परिकलित कीजिए। 5

× × × × ×