

No. of Printed Pages : 18

BPHE-101/BPHE-102/PHE-02

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2025

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, 2025

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 दें।
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 दें।

BPHE-101

BACHELOR OF SCIENCE

(B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2025

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 10 kg slides down an inclined plane which makes an angle of 45° with the horizontal. Calculate the acceleration of the box if the coefficient of kinetic friction between the box and the plane is 0.2. Draw the free body diagram. (Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

4+1

4. The moment of inertia of a wheel about its axis is 6.0 kg m^2 . It is initially at rest and then connected to a motor which delivers a constant torque of 48 Nm about its axis. Calculate the work done by the motor on the wheel after it has gone through 5 revolutions. Calculate the angular speed of the wheel at that time. 3+2
5. Reduce the coupled equations of motion of a two-body system into two uncoupled equations in centre of mass and relative coordinates when the net external force on the system is zero. What is the reduced mass of the system ? 4+1
6. (i) Derive the law of equal areas for a central force. 3
- (ii) The equation of the orbit of a satellite about the earth is given by :

$$r = \frac{7000}{1 + 0.4 \cos \theta} \text{ km}$$

Determine the eccentricity and shape of the orbit. 2

7. A disc of mass 20 kg and radius 20 cm is rotating with an angular speed of 10 rads^{-1} about its axis. After some time a ring of radius 10 cm and mass 12 kg is placed on the top of the disc and the system of the disc and the ring now rotates about the axis passing through their common centre. Calculate the final speed of the system. 5
8. (i) Wind is blowing from west to east at 60° N latitude at a speed of 10 ms^{-1} . Calculate the coriolis force on unit mass of air. 3
- (ii) What are elastic collisions ? 2

BPHE-101

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

बी.पी.एच.ई.-101 : प्रारंभिक यांत्रिकी

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे

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 10 kg का एक बक्सा एक नत तल पर नीचे की ओर सरकता है। नत तल और क्षैतिज के बीच का कोण 45° है। बक्से का त्वरण परिकल्पित कीजिए यदि दिया गया हो कि बक्से और तल के बीच गतिक घर्षण गुणांक का मान 0.2 है। बल-निर्देशक आरेख भी खींचिए। $g = 10\text{ms}^{-2}$ लीजिए।

4+1

2. (i) द्रव्यमान M का एक उपग्रह पृथ्वी की सतह पर एक बिंदु A से, पृथ्वी की सतह से $4 R_e$ की दूरी पर स्थित बिंदु B तक ले जाया जाता है। उपग्रह पर गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ? 3
- (ii) द्रव्यमान 0.2 kg की एक गेंद चाल 22.0 ms^{-1} से बल्ले से टकराती है। टक्कर के बाद गेंद उसी चाल से विपरीत दिशा में गतिमान होती है। बल्ले से सम्पर्क के दौरान गेंद द्वारा अनुभव किया गया आवेग क्या है ? 2
3. कमानी से जुड़ा एक ब्लॉक घर्षण वाली सतह पर क्षैतिजतः फिसलता है। कमानी द्वारा ब्लॉक को स्थिति $x = 0.05 \text{ m}$ तक तक खींचकर छोड़ दिया जाता है। साम्यावस्था बिंदु पर ब्लॉक की चाल परिकलित कीजिए। ब्लॉक का द्रव्यमान 2.0 kg और कमानी नियतांक 500 Nm^{-1} है। गतिक घर्षण गुणांक $\mu_k = 0.15$ और $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ है। 5
4. एक पहिये का अपने अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण 6.0 kg m^2 है। आरंभ में पहिया विरामावस्था में है। फिर उसे एक मोटर से जोड़ दिया जाता है, जो उस पर उसके अक्ष के प्रति 48 Nm का नियत बल आघूर्ण आरोपित करती है। 5 परिक्रमण पूरे कर लेने पर मोटर द्वारा पहिये पर कितना कार्य किया जाता है, परिकलित कीजिए। उस समय पहिये की कोणीय चाल परिकलित कीजिए। 3+2

5. एक द्वि-कण निकाय के युग्मित गति के समीकरणों को सहंति केंद्र और आपेक्षिक निर्देशांकों में दो अयुग्मित समीकरणों में समानीत कीजिए, जब निकाय पर लग रहा नेट बाह्य बल शून्य हो। निकाय का समानीत द्रव्यमान क्या है ?

4+1

6. (i) केंद्रीय बल के लिए समान क्षेत्रफल नियम व्युत्पन्न कीजिए। 3
- (ii) पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे उपग्रह की कक्षा का समीकरण निम्नलिखित है : 2

$$r = \frac{7000}{1 + 0.4 \cos \theta} \text{ km}$$

कक्षा की उत्केंद्रता और आकार निर्धारित कीजिए।

7. द्रव्यमान 20 kg और त्रिज्या 20 cm का एक डिस्क, अपने अक्ष के प्रति 10 rad s^{-1} की कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है। कुछ समय के बाद त्रिज्या 10 cm और द्रव्यमान 12 kg के एक वलय को उसके ऊपर रखा जाता है। डिस्क और वलय का निकाय अब दोनों के उभयनिष्ठ केंद्र से गुजरने वाले अक्ष के प्रति घूर्णन करने लगता है। निकाय की अंतिम चाल परिकलित कीजिए। 5

8. (i) 60° N अक्षांश पर वायु पश्चिम से पूर्व की ओर 10 ms^{-1} की चाल से बहती है। वायु के प्रति एकक द्रव्यमान पर लग रहे कोरिओलिस बल की गणना कीजिए। 3
- (ii) प्रत्यास्थ संघट्टन क्या होते हैं ? 2

- (b) The equation of motion of an oscillating body of mass 0.5 kg is : 5

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 6 \frac{dx}{dt} + 16x = 0$$

Calculate :

- (i) force constant, k
 - (ii) angular frequency, ω_0
 - (iii) damping constant, r and
 - (iv) damping factor, b .
- (c) Obtain the complete solution $x(t)$, of an undamped force oscillator in a spring-mass system. The system is subjected to a harmonic driving force given by $F_0 \cos \omega t$. 5
- (d) The displacements of a 1-D sinusoidal wave at two points $x_1 = 0$ and $x_2 = 2.0$ cm are given as : 5

$$y(x_1, t) = (0.04 \text{ cm}) \sin[5\pi \text{ s}^{-1} t]$$

$$y(x_2, t) = (0.04 \text{ cm}) \sin \left[5\pi \text{ s}^{-1} t + \frac{\pi}{2} \right]$$

Determine its direction of propagation, frequency, angular frequency, wavelength and the speed of the wave.

- (e) Two passenger trains are approaching each other on a parallel track with a speed of 180 km hr^{-1} . If one of the trains blows a whistle of 800 Hz , calculate the frequency heard by a passenger on the other train before and after the trains cross each other. Take the speed of sound as 340 ms^{-1} . 5

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

- (a) Two identical simple pendulums, each bob having a mass 0.3 kg and length 0.6 m , are coupled through a spring connected to their bobs. Calculate the normal mode frequencies of the coupled pendulums. Take $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ and the force constant of the spring is 7 Nm^{-1} . 5
- (b) Show that only odd integral multiples of fundamental frequency are excited in a closed pipe. 5
- (c) A steel rod is joined to a copper rod. Calculate the reflected and transmitted

amplitude coefficients of a sound wave as it propagates in steel rod and reaches its boundary with copper. The density and Young's modulus of steel are 7900 kg m^{-3} and $1.9 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ respectively. The density and Young's modulus of copper are 8940 kg m^{-3} and $1.1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ respectively. 5

BPHE-102/PHE-02

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02 : 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 : $3 \times 5 = 15$

- (क) एक 0.6 kg पिंड सरल आवर्त गति का रहा है।
इसका आयाम 10 cm और दोलनकाल 0.1s है।
इसकी स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा परिकल्पित कीजिए जब पिंड साम्य स्थिति से 6 cm की दूरी पर है।
- 5

(ख) 0.5 kg द्रव्यमान वाले एक दोलनकारी पिंड का गति समीकरण निम्नवत है : 5

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 6 \frac{dx}{dt} + 16x = 0$$

- (i) बल नियतांक, k ,
- (ii) कोणीय आवृत्ति ω_0 ,
- (iii) अवमंदन नियतांक, r और
- (iv) अवमंदन गुणक, b परिकलित कीजिए।

(ग) एक अनावमंदित प्रणोदित कमानी-द्रव्यमान निकाय के लिए पूर्ण हल, $x(t)$ का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। निकाय पर एक आवर्ती नोदक बल $F_0 \cos \omega t$ आरोपित किया गया है। 5

(घ) एक 1-D ज्यावक्रिय तरंग के लिए बिन्दुओं $x_1 = 0$ तथा $x_2 = 2.0 \text{ cm}$ पर विस्थापन का व्यंजक निम्नवत है : 5

$$y(x_1, t) = (0.04 \text{ cm}) \sin[5\pi \text{ s}^{-1} t]$$

$$y(x_2, t) = (0.04 \text{ cm}) \sin \left[5\pi \text{ s}^{-1} t + \frac{\pi}{2} \right]$$

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

(ङ) दो समांतर रेल पटरियों पर दो रेलगाड़ियाँ एक-दूसरे की ओर 180 km hr^{-1} चाल से गतिमान हैं। यदि एक रेलगाड़ी 800 Hz आवृत्ति की इंजन की सीटी ध्वनित करती है तो दूसरी रेलगाड़ी पर बैठे किसी यात्री द्वारा सुनी गयी आवृत्तियों के मान परिकलित कीजिए जब दो रेलगाड़ियों एक दूसरे को पार नहीं की हैं और जब दो रेलगाड़ियाँ एक दूसरे को पार कर चुकी हैं। मान लीजिए कि ध्वनि की चाल का मान 340 ms^{-1} है। 5

2. किन्हीं दो भागों को हल कीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) दो सर्वसम लोलक, जिनमें प्रत्येक गोलक का द्रव्यमान 0.3 kg है और लंबाई 0.6 m है, एक दूसरे से एक कमानी द्वारा युग्मित हैं। युग्मित लोलकों की प्रसामान्य विद्या आवृत्तियाँ परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि कमानी का बल नियतांक 7 Nm^{-1} है और $g = 9.8 \text{ ms}^{-1}$ है। 5

(ख) सिद्ध कीजिए कि बंद पाइप में केवल मूल आवृत्ति के विषम पूर्ण गुणांक ही जनित होते हैं। 5

(ग) इस्पात का एक छड़, ताँबे के छड़ से जुड़ा है। इस्पात में संचारित ध्वनि तरंग इस्पात और ताँबे की परिसीमा पर आपतित होती है। परावर्तित तथा पारगत तरंगों का आयाम गुणांक परिकलित कीजिए। इस्पात का घनत्व और यंग प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः 7900 kg m^{-3} और $1.9 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ है; ताँबे का घनत्व तथा यंग प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः 8940 kg m^{-3} और $1.1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ है।

5

× × × × ×