No. of Printed Pages : 19 **BPHCT–131**

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL) BACHELOR OF SCIENCE (MULTIDISCIPLINARY)

(BSCG/BSCM)

Term-End Examination

June, 2026

BPHCT-131 : MECHANICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *(i) Attempt **all** questions.*

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

(iii) Symbols have their usual meanings.

(iv) You may use calculator.

1. Answer any *five* parts : 5×2=10

(a) The magnitude of vectors $\vec{p}$ and $\vec{q}$ are 2 units and 3 units respectively and the value of $\vec{p} \cdot \vec{q} = 6$. Calculate the angle between the two vectors.

(b) State the order and degree of the following differential equation :

$$(y'')^2 = 1 + (y')^3$$

(c) A bicycle travels 180 m along a circular track of radius 15 m. What is the angular displacement in radians of the bicycle from its starting position ?

(d) The one-dimensional restoring force exerted by a spring is given by

$$F = -ax - bx^2$$

where 'a' and 'b' are constants. Calculate the work done by the spring force in moving a mass 'm' from the point $x = 0$ to $x = 1$.

(e) What is the torque on the Earth due to the force of gravitation exerted by the Sun on it as it goes around the Sun in a nearly circular orbit ?

(f) Halley's comet moves in an elliptical orbit of eccentricity 0.967 about Sun. The length of orbit's semi-major axis is 2.7×10^{12} m. Determine the distance of Halley's comet from the Sun at perihelion.

(g) An object of mass 0.5 kg is executing simple harmonic motion. Its amplitude is 20 cm and period is 0.1 s. Calculate the potential energy of the object when it is 5 cm from equilibrium position.

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

$$x = 4 \sin \omega t \text{ cm}$$

$$y = 4 \cos \omega t \text{ cm}$$

Determine the trajectory of its motion.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) For the uniform circular motion of a particle show that : 5

(i) the velocity of the particle is perpendicular to the position vector at each instant of time.

(ii) the acceleration of the particle is perpendicular to its velocity.

(b) Write the first order ODE for the current I in a series LR circuit with a voltage source E sin ωt and solve it to determine I as a function of time. 5

(c) Solve the following boundary value problem : 5

$$y'' - 6y' + 9y = 0; y(0) = 0, y(1) = 2$$

3. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) When a child pushes a carrom board striker of mass 20 g, it moves on the board in a straight line with initial speed of 1.5 ms^{-1}. A constant force of friction F = 0.04 N is exerted opposite to the motion of the striker. How far will the striker move before it comes to rest ? 5

(b) A bucket of water of mass 3.0 kg is tied to a mass-less rope and whirled in a vertical circle with radius of 1.0 m. At the top of the circular loop, the speed of the bucket is 4.5 ms^{-1}. Determine the tension in the string when bucket is

at the top of the circular loop. Take $g = 10 \text{ ms}^{-1}$. 5

(c) A car of mass 2000 kg is travelling due west at a speed of 72 km h^{-1}. It comes to a stop in 10 s when the driver applies brakes. Determine the average force. 5

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) (i) The average angular acceleration of a stone lodged in rotating car wheel is 50 rad. s^{-2}. What will be stone's final angular speed after 3.0 s if it starts from rest ? 2

(ii) A ball has angular velocity of 8.0 rad. s^{-1} clockwise. After the ball rotates by an angle of 4.0 rad, it

has angular velocity of 2.0 rad s^{-1} clockwise. Determine the angular acceleration of the ball and time it takes to attain this angular velocity. 3

(b) A star having rotational inertia of 8.6×10^{48} kg m^2 is rotating at an angular speed of 1 revolution per month about its axis. The only force on it is the force of gravitation. When its nuclear fuel is exhausted, it shrinks to a neutron star having rotational inertia of 4.5×10^{37} kg m^2. Determine the angular speed of the neutron star in revolution per month. 5

(c) For a two-particle system with zero net external force, derive the equations of motion in terms of the relative and centre of mass coordinates. What is the reduced mass ? 4+1

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) The period of a simple pendulum is 4 s and its amplitude is 6°. After 20 oscillations, its amplitude decreases to 3°. Calculate the logarithmic decrement and damping factor. Also calculate the number of oscillations in which its amplitude reduces by 25%. 5

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

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 6\frac{dx}{dt} + 9x = 0,$$

Calculate the force constant 'k', the angular velocity ω_0, the damping constant 'γ' and the damping factor. 5

(c) (i) Sound propagates in air with a speed of 332 ms^{-1}. The audible range lies between 20Hz to 20 kHz. Calculate the corresponding wavelengths. 2

(ii) A tidal wave having a maximum height of 5.0 m propagating in the –ve X–direction with a speed of 90 ms^{-1} can be approximated by a sine function. The distance between two successive crests is 5 m. Write the expression for the wave. 3

BPHCT–131

विज्ञान स्नातक (सामान्य)/

विज्ञान स्नातक (बहुविषयक)

(बी. एस.-सी. जी./बी. एस.-सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

बी.पी.एच.सी.टी.-131 : यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : (i) *सभी प्रश्न हल कीजिए।*

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

(iii) *प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

(iv) *आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।*

---

1. कोई **पाँच** भाग हल कीजिए : $5 \times 2 = 10$

(क) सदिशों $\vec{p}$ और $\vec{q}$ के परिमाण क्रमशः 2 इकाई और 3 इकाई हैं और $\vec{p} \cdot \vec{q}$ का मान 6 है। इन सदिशों के बीच का कोण ज्ञात कीजिए।

(ख) निम्नलिखित अवकल समीकरण का कोटि और घात बताइए :

$$(y'')^2 = 1 + (y')^3$$

(ग) एक साइकिल त्रिज्या 15 m के वृत्ताकार पथ पर 180 m की दूरी तय करती है। उसकी आरम्भिक स्थिति से उसका रेडियन में कोणीय विस्थापन क्या होगा ?

(घ) एक कमानी द्वारा आरोपित एक विमीय प्रत्यानयन बल $F = -ax - bx^2$, जहाँ a और b अचर हैं। एक द्रव्यमान m को बिन्दु $x = 0$ से $x = 1$ तक ले जाने में कमानी बल द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए।

(ङ) जब पृथ्वी सूर्य के चारों ओर लगभग वृत्ताकार कक्षा में परिक्रमा करती है, तो उस पर सूर्य द्वारा आरोपित गुरुत्वाकर्षण बल के कारण लग रहा बल आघूर्ण क्या होता है ?

(च) हैली पुच्छल तारा सूर्य के चारों ओर उत्केन्द्रता 0.967 वाली दीर्घवृत्तीय कक्षा में परिक्रमा करता है। कक्षा के अर्ध–दीर्घ अक्ष की लम्बाई 2.7×10^{12} m है। रविनीच पर सूर्य से पुच्छल तारे की दूरी ज्ञात कीजिए।

(छ) एक 0.5 kg द्रव्यमान वाला पिण्ड सरल आवर्त गति कर रहा है। उसका आयाम 20 cm और आवर्तकाल 0.1s है। साम्य स्थिति से 5 cm की दूरी पर पिण्ड की स्थितिज ऊर्जा परिकलित कीजिए।

(ज) किसी कण पर एक साथ निम्नलिखित दो परस्पर लम्बवत् दोलन आरोपित होते हैं :

$$x = 4 \sin \omega t \text{ cm}$$

$$y = 4 \cos \omega t \text{ cm}$$

इस कण की गति का पथ निर्धारित कीजिए।

2. कोई **दो** भाग हल कीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) किसी कण की एकसमान वर्तुल गति के लिए सिद्ध कीजिए कि : 5

(i) कण का वेग हर समय स्थिति सदिश के लम्बवत् होता है।

(ii) कण का त्वरण और उसका वेग एक दूसरे के लम्बवत् होते हैं।

(ख) वोल्टता स्रोत $E \sin \omega t$ वाले एक श्रेणी LR परिपथ में बह रही धारा I के लिए प्रथम कोटि का साधारण अवकल समीकरण लिखिए और उसका हल करके I को समय के फलन रूप में प्राप्त कीजिए। 5

(ग) निम्नलिखित परिसीमा–मान समस्या को हल कीजिए : 5

$$y'' - 6y' + 9y = 0; y(0) = 0, y(1) = 2$$

3. कोई **दो** भाग हल कीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) जब एक बच्चा 20 g द्रव्यमान वाले कैरम बोर्ड के स्ट्राइकर को मारता है तो वह $1.5\ ms^{-1}$ की आरम्भिक चाल से सरल रेखा में चलता है। स्ट्राइकर की दिशा के विपरीत दिशा में उस पर $F = 0.04\ N$ का अचर घर्षण बल लगता है। रुकने से पहले स्ट्राइकर कितनी दूरी तय करेगा ? 5

(ख) द्रव्यमान 3.0 kg वाली पानी की बाल्टी को एक द्रव्यमानहीन रस्सी से बाँधकर त्रिज्या 1.0 m वाले ऊर्ध्वाधर वृत्त में घुमाया जाता है। वृत्ताकार पथ के उच्चतम बिन्दु पर बाल्टी की चाल $4.5\ ms^{-1}$ है। जब बाल्टी पथ के उच्चतम बिन्दु पर होती है, तो रस्सी में तनाव ज्ञात कीजिए। $g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए। 5

(ग) द्रव्यमान 2000 kg की एक कार पश्चिम दिशा में 72 km h^{-1} की चाल से गतिमान है। जब ड्राइवर उस पर ब्रेक लगाता है तो कार 10 s में रुक जाती है। कार पर लगाये गये औसत बल की गणना कीजिए। 5

4. कोई **दो** भाग हल कीजिए : 2×5=10

(क) (i) गाड़ी के घूर्णन करते पहिये में अटके एक कंकड़ कर औसत कोणीय त्वरण 50 rad s^{-2} है। 3.0 s के बाद उसकी कोणीय चाल क्या होगी, यदि वह विरामावस्था से घूर्णन करना प्रारम्भ करता है ? 2

(ii) एक गेंद का वामावर्त दिशा में कोणीय वेग 8.0 rad s^{-1} है। 4.0 rad के कोण से घूमने के बाद गेंद का कोणीय वेग दक्षिणावर्त दिशा में 2.0 rad s^{-1} हो जाता है। गेंद का कोणीय त्वरण और कोणीय वेग के इस मान तक पहुँचने में उसे लगा समय परिकलित कीजिए। 3

(ख) 8.6×10^{48} kg m^2 जड़त्व आघूर्ण वाला एक तारा अपने अक्ष के प्रति 1 परिक्रमण प्रति माह की कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है। उस पर केवल गुरुत्वाकर्षण बल आरोपित होता है। जब उसका नाभिकीय ईंधन खत्म हो जाता है, तो वह सिकुड़कर एक न्यूट्रॉन तारे में परिवर्तित हो जाता है जिसका जड़त्व आघूर्ण 4.5×10^{37} kg m^2 है। न्यूट्रॉन तारे की, परिक्रमण प्रति माह में, कोणीय चाल निर्धारित कीजिए। 5

(ग) शून्य नेट बाह्य बल के लिए एक द्वि–कण निकाय के गति के समीकरणों को आपेक्षिक और संहति केन्द्र निर्देशांकों के पदों में व्युत्पन्न कीजिए। समानीत द्रव्यमान क्या होता है ? 4+1

5. कोई **दो** भाग हल कीजिए : 2×5=10

(क) किसी सरल लोलक का आवर्तकाल 4 s एवं आयाम 6^{o} है। 20 दोलनों के बाद इसका आयाम घटकर 3^{o} हो

जाता है। लघुगणकीय अपक्षय एवं अवमंदन गुणक परिकलित कीजिए। यह भी परिकलित कीजिए कि कितने दोलनों के बाद इसका आयाम 25 प्रतिशत कम हो जायेगा। 5

(ख) द्रव्यमान 0.5 kg के एक दोलन करते हुए पिण्ड की गति का समीकरण निम्नलिखित है :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 6\frac{dx}{dt} + 9x = 0$$

बल नियतांक k, कोणीय वेग ω_0, अवमंदन नियतांक γ और अवमंदन गुणक परिकलित कीजिए। 5

(ग) (i) वायु में ध्वनि 332 ms^{-1} की चाल से गमन करती है। श्रव्य ध्वनि परिसर 20 Hz से 20 kHz के बीच होता है। इनके संगत तरंगदैर्घ्य के मान परिकलित कीजिए। 2

(ii) एक ज्वार–तरंग जिसकी अधिकतम ऊँचाई 5.0 m है, ऋणात्मक X-दिशा में 90 ms^{-1} की चाल से गतिमान है और इसका सन्निकटन ज्या (साइन) फलन के रूप में किया जा सकता है। दो क्रमागत शीर्षों के बीच की दूरी 5 m है। तरंग के लिए व्यंजक लिखिए। 3

× × × × ×