No. of Printed Pages : 20 **BPHCT–131**

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL)

(MULTIDISCIPLINARY)

(BSCG/BSCM)

Term-End Examination

December, 2025

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 can use a calculator.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

1. Answer any *five* parts : 5×2=10

(a) Determine the angle between any *two* vectors $\vec{p}$ and $\vec{q}$ of non-zero magnitude given that :

$$|\vec{p}+\vec{q}|=|\vec{p}-\vec{q}|$$

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

$$y' = \sqrt{x} + \sqrt{y}$$

(c) Astronauts are put in a rotating circular chamber to be trained in how to withstand high accelerations. What is the acceleration experienced by an astronaut in a chamber in terms of *g* if it rotates with a constant angular speed of 2.0 rad s^{-1} ? Given that in the chamber astronauts travel in a circle of radius of 10 m.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(d) A lift of mass 3000 kg moves 200 m upward at a constant speed in 25.0 s. At what average rate does the force due to the cable do work on the lift ? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

(e) The rotational kinetic energy of a particle in circular motion is 100 J. It moves once in the circle in 22 s. What is the rotational inertia of the particle ?

(f) Using the law of equal areas, explain why an object would move slower when it is farther away from the centre of force.

(g) The displacement of an object executing simple harmonic motion is given by :

$$x = 0.05 \cos(4\pi t + 0.0625) \text{ m}$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

Determine :

(i) maximum velocity

(ii) maximum acceleration

(h) What is relaxation time for a damped oscillation ?

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) The position vector of a particle as a function of time is given by :

$$\vec{r}(t) = 5\cos(4t)\hat{i} + 5\sin(4t)\hat{j} + \hat{k}$$

Determine its velocity and acceleration. Show that both its speed and the magnitude of its acceleration are constant.

(b) Show that the following ODE is exact and solve it :

$$xy' + 2x + y = 0$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(c) In an LCR circuit, an inductance L, a resistance R and a capacitance C are connected in series. The variation of charge '*q*' flowing through with time '*t*' in the circuit is given by the differential equation :

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = 0$$

Solve this equation to determine '*q*' as a function of time '*t*'.

3. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) The mass of an aircraft is 50000 kg. It is flying in a straight line at a constant speed of 1000 km h^{-1}. The weight of the aircraft equals the lift force. The pilot increases the thrust of the engine to 90000 N. Suppose the air resistance

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

force equals the engine thrust in 25 s. What is the increased constant speed of the aircraft at that instant ? What is the increase in its speed ?

(b) Calculate the height of a geosynchronous satellite above the surface of the Earth. Given that : $G = 6.67 \times 10^{-11}\, Nm^2\, kg^{-2}$, Mass of Earth $M_E = 6.0 \times 10^{24}$ kg and Radius of Earth = $6.4 \times 10^6\, m$.

(c) The mass of a two-stage rocket launched in free space is 1000 kg at some instant of time. When 600 kg of fuel of the first stage burns in it, the rocket ejects a stream of gas at a relative velocity of 1500 ms^{-1}. What is the rocket's velocity after the first stage is ejected ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) (i) A bicycle travels 150 m along a circular track of radius 15 m. What is the angular displacement in radians of the bicycle from its starting position ? 2

(ii) The Earth orbits the sun in 365.25 days in a nearly circular orbit. What is the average angular speed of a particle on Earth's surface as it orbits the sun ? Take the direction of Earth's rotation to be +ve direction of the angular displacement. 3

(b) State the law of conservation of angular momentum. A merry-go-round possessing rotational inertia 5000 kgm^2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

is mounted on a frictionless vertical axle and is initially rotating at an angular speed of 1 revolution per minute. A girl jumps on to the platform in the radial direction. If the rotational speed of the merry-go-round reduces to 0.8 r.p.m., calculate the girl's rotational inertia. 1+4

(c) A billiard ball of mass '*m*' hits another billiard ball of equal mass at rest in an elastic collision and moves along a straight line at an angle of θ from its original direction of motion. At what angle with each other do the target ball and the projectile move after collision ? 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) The amplitude of vibration of a damped spring mass system decreases from 10 cm to 2.5 cm in 200 s. If this oscillator completes 50 oscillations in this time, compare the periods with and without damping. 5

(b) Two collinear harmonic oscillations are represented by : 5

$$x_1(t) = 4 \sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$$

$$x_2(t) = 3 \sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$$

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

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(c) (i) How does a pulse differ from a wave ? 2

(ii) A progressive transverse wave is described by :

$$y(x, t) = 0.01 \sin(1256t - 63x)\,\text{m}$$

Determine the direction of propagation of the wave and calculate the amplitude, wavelength, frequency and velocity. 3

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BPHCT–131

विज्ञान स्नातक (सामान्य) (बहुविषयक)

(बी. एस.-सी. जी./बी. एस.-सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

बी.पी.एच.सी.टी.-131 : यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : *(i)* *सभी प्रश्न कीजिए।*

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

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

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

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

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

(क) किन्हीं **दो** शून्येतर परिमाण वाले सदिशों $\vec{p}$ और $\vec{q}$ के बीच का कोण ज्ञात कीजिए, यदि दिया हो कि

$$|\vec{p}+\vec{q}|=|\vec{p}-\vec{q}|$$

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

$$y' = \sqrt{x} + \sqrt{y}$$

(ग) अंतरिक्ष यात्रियों को उच्च त्वरण सहने का प्रशिक्षण देने के लिए उन्हें एक वर्तुल गति कर रहे कक्ष में रखा जाता है। यदि कक्ष 2.0 rad s^{-1} की अचर कोणीय चाल से घूर्णन करता है, तो उसमें बैठे अन्तरिक्ष यात्री का g के पदों में त्वरण क्या है ? दिया गया है कि कक्ष में अंतरिक्ष यात्री 10 m त्रिज्या वाले वृत्त में घूर्णन करते हैं।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(घ) द्रव्यमान 3000 kg की एक लिफ़्ट अचर चाल से 25 s में 200 m की दूरी तय करती है। केबल द्वारा लिफ़्ट पर लग रहा बल किस औसत दर से लिफ़्ट पर कार्य करता है ? $g = 10\ \text{ms}^{-2}$ लीजिए।

(ङ) वर्तुल गति कर रहे एक कोण की घूर्णी गतिज ऊर्जा 100 J है। वह वृत्त में 22.0 s में एक परिक्रमण करता है। कण का जड़त्व आघूर्ण क्या होगा ?

(च) समान–क्षेत्रफल नियम का प्रयोग करके समझाइए कि बल के केन्द्र से अधिक दूरी होने पर पिंड का वेग कम क्यों होता है।

(छ) सरल आवर्त गति करते किसी पिंड का विस्थापन निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त है :

$$x = 0.05 \cos(4\pi t + 0.0625)\,\text{m}$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

ज्ञात कीजिए :

(i) अधिकतम वेग

(ii) अधिकतम त्वरण

(ज) अवमंदित दोलन के लिए विश्रांति काल क्या होता है ?

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

(क) समय के फलन के रूप में किसी कण का स्थिति सदिश निम्नलिखित है :

$$\vec{r}(t) = 5\cos(4t)\hat{i} + 5\sin(4t)\hat{j} + \hat{k}$$

इसका वेग और त्वरण ज्ञात कीजिए। सिद्ध कीजिए कि इसकी चाल तथा त्वरण के परिमाण अचर हैं।

(ख) सिद्ध कीजिए कि निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण यथातथ है और इसका हल प्राप्त कीजिए :

$$xy' + 2x + y = 0$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) एक LCR परिपथ में एक प्रेरक L, संधारित्र C और प्रतिरोध R को श्रेणी में जोड़ा जाता है। परिपथ में प्रवाहित आवेश 'q' का समय 't' के साथ परिवर्तन निम्नलिखित अवकल समीकरण द्वारा दिया जाता है :

$$L\frac{d^2q}{dt^2}+R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{c}=0$$

इस समीकरण को हल करके 'q' को समय 't' के फलन के रूप में प्राप्त कीजिए।

3. कोई **दो** भाग हल कीजिए : 2×5=10

(क) एक हवाई जहाज का द्रव्यमान 50000 kg है। हवाई जहाज एक सरल रेखा में 1000 km h^{-1} की अचर चाल से गतिमान है। हवाई जहाज पर उत्थापन बल उसके भार के बराबर है। पायलट इंजन के प्रणोद को बढ़ाकर 90000 N कर देता है। मान लीजिए कि

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

वायु प्रतिरोध बल 25 s में इंजन के प्रणोद के बराबर हो जाता है। उस क्षण पर हवाई जहाज की बढ़ी हुई अचर चाल क्या होगी ? उसकी चाल में वृद्धि कितनी है ?

(ख) एक भूतुल्यकाली उपग्रह की पृथ्वी की सतह से ऊँचाई परिकलित कीजिए।

दिया गया है : $G = 6.67 \times 10^{-11}\,Nm^2\,kg^{-2}$, पृथ्वी का द्रव्यमान $M_E = 6.0 \times 10^{24}\,kg$ और पृथ्वी की त्रिज्या $6.4 \times 10^6\,m$ लीजिए।

(ग) जब एक द्विचरण रॉकेट को मुक्त आकाश में छोड़ा जाता है, तब उसका प्रारंभिक द्रव्यमान 1000 kg है। जब रॉकेट के पहले चरण में 600 kg द्रव्यमान का ईंधन जल जाता है, तब रॉकेट 1500 ms^{-1} के आपेक्षिक वेग से गैस की धारा उत्सर्जित करता है। रॉकेट के पहले चरण के गिरने के बाद रॉकेट का वेग क्या होगा ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

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

(क) (i) एक साइकिल त्रिज्या 15 m के वृत्ताकार पथ पर 150 m की दूरी तय करती है। उसकी आरंभिक स्थिति से उसका रेडियन में कोणीय विस्थापन क्या है ? 2

(ii) पृथ्वी सूर्य के चारों ओर 365.25 दिन में लगभग वृत्तीय कक्षा में एक बार परिक्रमा करती है। पृथ्वी की सतह पर स्थित कण की औसत कोणीय चाल क्या है, जब वह सूर्य की परिक्रमा करती है ? पृथ्वी के घूर्णन की दिशा को कोणीय विस्थापन की धनात्मक दिशा मानिए। 3

(ख) कोणीय संवेग संरक्षण नियम का कथन लिखिए। एक मेरी–गो–राउण्ड जिसका जड़त्व आघूर्ण 5000 kg m^2 है, एक घर्षणहीन ऊर्ध्वाधर ऐक्सल पर रखा हुआ है। वह प्रारम्भ में प्रति मिनट 1 परिक्रमण

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

की कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है। एक लड़की, त्रिज्य दिशा में मेरी–गो–राउण्ड पर कूदकर चढ़ जाती है। यदि मेरी–गो–राउण्ड की कोणीय चाल घटकर 0.8 r.p.m. रह जाती है, तो लड़की का जड़त्व आघूर्ण प्राप्त कीजिए। 1+4

(ग) द्रव्यमान 'm' वाली एक बिलियर्ड्स की गेंद विरामावस्था में स्थित समान द्रव्यमान वाली दूसरी बिलियर्ड्स की गेंद से प्रत्यास्थ संघट्टन करती है। उसके बाद वह अपनी आरंभिक गति की दिशा से θ के कोण पर सरल रेखा में गतिमान होती है। संघट्टन के बाद लक्ष्य और प्रक्षेप्य एक–दूसरे के सापेक्ष किस कोण पर गतिमान होते हैं ? 5

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

(क) किसी अवमंदित कमानी–द्रव्यमान निकाय का कंपन आयाम 200 s में 10 cm से घटकर 2.5 cm रह

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

जाता है। यदि यह दोलक इस समयान्तराल में 50 दोलन पूरे करता है, तो इसके आवर्त काल की उन दो स्थितियों में तुलना कीजिए जब यह अवमंदित है और जब यह अनवमंदित है। 5

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

$$x_1(t) = 4\sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{6}\right)\text{cm}$$

$$x_2(t) = 3\sin\left(20\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\text{cm}$$

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

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) (i) स्पंद और तरंग में भेद बताइए। 2

(ii) एक प्रगामी अनुप्रस्थ तरंग को निम्नलिखित व्यंजक द्वारा व्यक्त किया जाता है : 3

$$y(x, t) = 0.01 \sin(1256t - 63x)\,\text{m}$$

तरंग की संचरण दिशा निर्धारित कीजिए और इसका आयाम, तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति एवं वेग परिकलित कीजिए।

× × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com