No. of Printed Pages : 16 **BPHCT–131**

BACHELOR OF SCIENCE
(GENERAL)
(BSCG/BSCM)
Term-End Examination
June, 2025

BPHCT-131 : MECHANICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *(i) All questions are compulsory. However, internal choices are given.*

(ii) Marks for each question are given against it.

(iii) You can use calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

1. Answer any *five* parts : 5×2=10

   (a) Write down the equation of motion of a damped oscillator.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) Explain, what is logarithmic decrement.

(c) State Kepler's third law.

(d) A person is sitting in a bus at rest. The driver suddenly starts the bus. What happens to the person ?

(e) Determine whether the following ordinary differential equation is exact or not :

$$y^2 dx + 2xy\, dy = 0$$

(f) Two solutions of the second order differential equation :

$$y'' + 4y = 0$$

are $y_1 = \sin 2x$ and $y_2 = \cos 2x$. Calculate their Wronskian and state whether or not their solutions are linearly independent.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(g) In everyday usage, the terms mass and weight are used interchangeably. From the point of view of Physics, is it correct ? If not, state the difference between them.

(h) A grinding stone completes 100 clockwise revolutions in 10 seconds. Calculate the average angular speed of a particle situated on it.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Using method of separation of variables, solve the ordinary differential equation :

$$(y+2)y' + x = 0$$

It is given that $y = 2$ at $x = 0$.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) In an LCR circuit, the variation of charge flowing with time in the circuit is given by :

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

Solve this equation to determine q as a function of t.

(c) Determine the torque about the point (–1, 0, 1) due to a force $\vec{F} = \hat{i} + 4\hat{j} - \hat{k}$ being exerted at the point (4, 1, –2).

3. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Two mutually perpendicular harmonic oscillations of same frequency but different amplitudes and arbitrary phase difference are superposed. Obtain the equation of the resultant motion. 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) (i) Explain the concept of phase of a wave for a transverse wave propagating on a string. 2

(ii) Show that phase difference between two positions defined by x_1 and x_2 on a waveform as a given instant of time is given by : 3

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2) \text{ for fixed } t.$$

(c) What do you understand by the relaxation time of a damped harmonic oscillator ? A system is executing damped harmonic oscillations and it is observed that in 20 s, the amplitude of oscillations reduces from 4 cm to 2 cm. Calculate its relaxation time. 2+3

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(a) A box of mass 10 kg is pulled up by a rope at a constant velocity on a rough inclined plane which makes an angle of 30° with the horizontal. Determine the coefficient of kinetic friction between the box and the plane's surface if the tension in the string is 120 N. Take $g = 10\,\text{ms}^{-2}$. Draw the free body diagram. 4+1

(b) A stone of mass 0.2 kg is swinging in a vertical circle of radius 0.5 m. The speed of the stone is constant and equal to 5.0 ms^{-1}. Calculate the tension in the string at the top and bottom of the circle. Take $g = 10\,\text{ms}^{-2}$. 5

(c) The potential energy function for a body is $u\,(x)$. What is the force acting on the

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

body ? Determine the force acting on the body for $u(x) = \frac{1}{2}kx^2$. State the conditions for stable, unstable and neutral equilibrium for a potential $u(x)$.

1+1+3

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) A vehicle of mass 1500 kg at rest is hit at the back by another vehicle of mass 2500 kg. The final speeds of both vehicles after the collision are known to be 12 ms^{-1} and $8 ms^{-1}$, respectively in the same direction. If the collision was head-on and elastic, calculate the speed of the second vehicle before collision. 5

(b) (i) The mass of Saturn is 95 times the mass of earth. One of the moons of Saturn has an orbital period of

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

15.95 days. Calculate the distance between Saturn and its moon. Take mass of earth as 6×10^{24} kg and $G = 6.67\times10^{-11}\ Nm^{-2}kg^{-2}$. 4

(ii) A celestial body moves around the sun in an orbit with $e = 0.65$. State the nature of the orbit. 1

(c) (i) Calculate the reduced mass of carbon monoxide molecule by taking the mass of carbon and oxygen atoms as 12 u and 16 u, respectively. 3

(ii) State the law of conservation of angular momentum for a two-particle system. 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BPHCT–131

विज्ञान स्नातक (सामान्य)

(बी. एस.-सी. जी./बी. एस. सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2025

बी.पी.एच.सी.टी.-131 : यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : *(i) सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। यद्यपि आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं।*

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

(iii) आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने अर्थ सामान्य हैं।

---

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

(क) एक अवमन्दित दोलक का गति समीकरण लिखिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) लघुगणकीय अवक्षय क्या होता है, समझाइए।

(ग) केप्लर के तृतीय नियम को लिखिए।

(घ) कोई व्यक्ति स्थिर खड़ी बस में बैठा है। चालक बस को अचानक चला देता है। उस यात्री को क्या होगा ?

(ङ) निर्धारित कीजिए कि क्या निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण यथातथ है अथवा नहीं :

$$y^2 dx + 2xy\, dy = 0$$

(च) द्वितीय कोटि अवकल समीकरण :

$$y'' + 4y = 0$$

के दो हल $y_1 = \sin 2x$ तथा $y_2 = \cos 2x$ हैं। इनका रोंस्कियन परिकलित कीजिए तथा बताइए कि ये हल रैखिकत: स्वतंत्र हैं या नहीं।

(छ) आम समझ है कि द्रव्यमान एवं भार का उपयोग अदल-बदलकर किया जा सकता है। लेकिन भौतिकी के दृष्टिकोण से क्या यह सही है ? यदि नहीं, तो उनमें अन्तर लिखिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ज) एक चक्की 10 सेकण्ड में 100 संपूर्ण दक्षिणावर्त घूर्णन करती है। उस पर स्थित एक कण की औसत कोणीय चाल परिकलित कीजिए।

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

(क) चर पृथक्कन विधि द्वारा निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण को हल कीजिए :

$$(y+2)y' + x = 0$$

यह दिया है कि $x = 0$ पर $y = 2$ है।

(ख) एक LCR परिपथ में आवेश का समय के साथ विचरण निम्नलिखित समीकरण द्वारा निरूपित होता है :

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

इस समीकरण को हल करके q को t के फलन के रूप में ज्ञात कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) बिंदु (4, 1, −2) पर लग रहे बल $\vec{F} = \hat{i} + 4\hat{j} - \hat{k}$ के कारण बिंदु (−1, 0, 1) के प्रति बल आघूर्ण की गणना कीजिए।

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

(क) परस्पर लम्बवत् एकसमान आवृत्ति परन्तु भिन्न आयाम तथा यादृच्छिक कलान्तर के दो आवर्ती दोलनों को अध्यारोपित किया जाता है। परिणामी गति का समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ख) (i) एक रस्सी पर अनुप्रस्थ तरंग संचरित हो रही है, इसके लिए 'कला' की संकल्पना को समझाइए। 2

(ii) किसी तरंग रूप पर x_1 तथा x_2 द्वारा निरूपित दो स्थितियों के लिए सिद्ध कीजिए कि किसी क्षण पर कलान्तर का व्यंजक निम्नलिखित है : 3

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(x_1 - x_2) \text{ अचर } t \text{ के लिए}$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) अवमंदित आवर्त दोलित्र के विश्रांति काल से आप क्या समझते हैं ? अवमंदित आवर्त दोलन कर रहे एक निकाय का दोलन आयाम 20 s में 4 cm से घटकर 2 cm रह जाता है। दोलित्र का विश्रांति काल परिकलित कीजिए। 2+3

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

(क) द्रव्यमान 10 किग्रा. के एक बक्से को एक खुरदरे नत समतल पर रस्सी से खींचा जाता है। नत समतल और क्षैतिज के बीच का कोण 30° है। यदि रस्सी में तनाव 120 N हो और बक्से का वेग अचर हो, तो बक्से और नत समतल की सतह के बीच गतिक घर्षण गुणांक की गणना कीजिए। $g = 10\,\text{ms}^{-2}$ लें। मुक्त निकाय आरेख भी खींचिए। 4+1

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) द्रव्यमान 0·2 किग्रा· वाला एक पत्थर त्रिज्या 0·5 मी· वाले एक ऊर्ध्वाधर वृत्त में गतिमान है। पत्थर की चाल अचर है और उसका मान $5.0\,\text{ms}^{-1}$ है। वृत्त के उच्चतम बिंदु और सबसे निचले बिंदु पर डोरी में तनाव की गणना कीजिए। $g = 10\,\text{ms}^{-2}$ लें। 5

(ग) एक पिंड का स्थितिज ऊर्जा फलन u (x) है। पिंड पर लगने वाला बल क्या होगा ? $u(x) = \frac{1}{2}kx^2$ के लिए पिंड पर लगने वाला बल निर्धारित कीजिए। स्थितिज ऊर्जा फलन $u(x)$ के लिए स्थायी, अस्थायी और उदासीन साम्यावस्था के प्रतिबंध लिखिए।

1+1+3

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

(क) 1500 किग्रा· द्रव्यमान की एक गाड़ी विरामावस्था में है तथा दूसरी गाड़ी जिसका द्रव्यमान 2500 किग्रा· है,

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

उससे पीछे से टकराती है। संघट्टन के बाद गाड़ियों की चालें एक ही दिशा में क्रमशः 12 ms^{-1} तथा 8ms^{-1} हैं। संघट्टन को सीधा (head-on) और प्रत्यास्थ मानकर संघट्टन से पूर्व दूसरी गाड़ी की चाल ज्ञात कीजिए। 5

(ख) (i) पृथ्वी की अपेक्षा शनि 95 गुना भारी है। शनि के एक चन्द्रमा की कक्षीय अवधि 15·95 दिन है। शनि की दूरी इसके चन्द्रमा से परिकलित कीजिए। दिया है : पृथ्वी का भार $= 6 \times 10^{24} \text{kg}$ तथा $G = 6.67 \times 10^{-11}$ $\text{Nm}^{-2}\text{kg}^{-2}$ । 4

(ii) एक खगोलीय पिंड सूर्य के चारों ओर उत्केन्द्रता $e = 0.65$ की कक्षा में गतिमान है। कक्षा का आकार क्या है ? 1

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) (i) कार्बन मोनोऑक्साइड का समानीत द्रव्यमान परिकलित कीजिए। दिया है कि कार्बन और ऑक्सीजन के परमाणुओं के द्रव्यमान क्रमशः $12\,u$ और $16\,u$ हैं। 3

(ii) द्विकण निकाय के लिए कोणीय संवेग संरक्षण के नियम का कथन लिखिए। 2

× × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com