No. of Printed Pages : 15 **BPHCT–131**

BACHELOR OF SCIENCE

(GENERAL)

(BSCG)

Term-End Examination

December, 2024

BPHCT-131 : MECHANICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

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

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

(iii) You can use calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

1. Answer any ***five*** parts : 5×2=10

(a) Obtain the unit vector in the direction of the force $\vec{F} = \hat{i} + 3\hat{j}$.

(b) A box is being pulled by a rope that makes an angle of 45° with the ground, with a force of 80 N along the rope. Calculate the vertical and horizontal components of the force.

(c) State *two* characteristics of Simple Harmonic Motion (SHM).

(d) What is a conservative force ? Give *one* example.

(e) A wave is represented as :

$$y(x,t) = (2\,\text{cm})\sin\left[\left(20\,\text{s}^{-1}\right)t + \left(15\,\text{cm}^{-1}\right)x\right]$$

Calculate its speed.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(f) Show that the following ordinary differential equation is exact :

$$\left(y - x^3\right)dx + \left(x + y^3\right)dy = 0$$

(g) A person is sitting in a bus in motion. What happens when it suddenly stops ?

2. Answer any ***two*** parts : 2×5=10

(a) The undamped torsional oscillations of a wheel are governed by the ordinary differential equation :

$$I\frac{d^2\theta}{dt^2} + k\theta = 0$$

Determine θ as a function of time for :

$$k/I = 25\ s^{-1},\ \theta = 30^\circ$$

and $\frac{d\theta}{dt}(t = 0) = 20\ \text{rad}\,\text{s}^{-1}$.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) Show that for uniform circular motion the velocity is perpendicular to the position vector and the acceleration is perpendicular to the velocity at each instant of time. Determine the direction of the acceleration.

(c) A sphere of mass *m* is falling freely from rest under gravity in a lake that offers a resistive force proportional to velocity. Establish the equation of motion of the sphere and solve it.

3. Answer any ***two*** parts : 2×5=10

(a) A train of mass 10^7 kg is moving in a straight line at a constant speed of 90 km h^{-1}. The brakes which produce a net backward force of 3.20×10^6 N, are

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

applied for 20 s. What is the new speed of the train ? How far has the train travelled in this time ? 3+2

(b) State the work-energy theorem. A spaceship of mass 4000 kg is travelling in space at a speed of 8000 ms^{-1}. Its speed is reduced by firing rockets in the opposite direction which generate at thrust of 30000 N over a distance of 2000 km. Calculate the final speed of the spaceship.

1+4

(c) A stone of mass 0.2 kg is swung in a vertical circle of radius 1.0 m at a constant speed of 5 ms^{-1}. Calculate the tension in the string at the top and bottom of the circle. Take $g = 10\ ms^{-2}$. 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

4. Answer any ***two*** parts : 2×5=10

(a) The velocities of an object executing simple harmonic motion are 10 cm s^{-1} and 24 cm s^{-1} when its displacements are 12 cm and 5 cm, respectively. Calculate the amplitude and time period of its oscillations. 5

(b) A progressive wave is described by :

$$y(x,t) = 2 \sin\left[1400\,\pi t - \frac{\pi x}{20}\right] \text{cm.}$$

Determine the direction of propagation and calculate the amplitude, wavelength, frequency and velocity in cm s^{-1}. 5

(c) A damped harmonic oscillator has the amplitude of the first oscillation 10 cm. It reduces to 1 cm after 100 oscillations. If

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

the period of oscillations is 4.6 s, calculate the logarithmic decrement and damping factor. 5

5. Answer any ***two*** parts : 2×5=10

(a) The moment of inertia of a wheel about its axis of rotation is 5.0 kgm^2. It is initially at rest and then connected to a motor which delivers a constant torque of 25 Nm about its axis. How much work has been done by the motor on the wheel after wheel has gone through 6.0 revolutions ? What is the angular speed of the wheel at that time ?

5

(b) What is an elastic collision ? A ball collides with another ball of same mass which is at rest. If the collision can be regarded as

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

elastic, obtain expressions for their final velocities after the collision. 1+4

(c) (i) State Kepler's laws of planetary motion. 3

(ii) The orbital period of a moon of Jupiter is 1.8 days. It is situated at a distance of 4.2 units from the centre of Jupiter. Calculate the orbital period of another moon of Jupiter which is at a distance of 10.7 units from its centre. 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BPHCT–131

विज्ञान स्नातक (सामान्य)

(बी. एस-सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

बी.पी.एच.सी.टी.-131 : यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोटः *(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 प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

---

1. कोई ***पाँच*** भाग कीजिए : 5×2=10

(क) बल $\vec{F} = \hat{i} + 3\hat{j}$ के अनुदिश एकक सदिश प्राप्त कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) एक बक्से को जमीन से $45°$ का कोण बनाती रस्सी द्वारा खींचा जाता है। इस रस्सी में 80 N बल लगता है। बल के क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर घटकों का मान ज्ञात कीजिए।

(ग) सरल आवर्त गति (SHM) के **दो** अभिलक्षण बताइए।

(घ) संरक्षी बल क्या होता है ? **एक** उदाहरण दीजिए।

(ङ) किसी तरंग को निम्नलिखित व्यंजक द्वारा परिभाषित किया जाता है :

$$y(x,t) = (2\,\text{cm})\sin\left[\left(20\,\text{s}^{-1}\right)t + \left(15\,\text{cm}^{-1}\right)x\right]$$

इसकी चाल ज्ञात कीजिए।

(च) दिखाइए कि निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण यथातथ है:

$$\left(y - x^3\right)dx + \left(x + y^3\right)dy = 0$$

(छ) एक व्यक्ति गतिमान बस में बैठा हुआ है। बस के अचानक रुकने पर क्या होगा ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

2. कोई **दो** भाग कीजिए : $2\times5=10$

(क) एक पहिये के अनावमन्दित मरोड़ी दोलन का साधारण अवकल समीकरण निम्नवत् है :

$$I\frac{d^2\theta}{dt^2}+k\theta=0$$

θ को समय के फलन के रूप में ज्ञात कीजिए। दिया है :

$$k/I=25\ s^{-1}, \theta=30^{\circ}$$

तथा $\frac{d\theta}{dt}(t=0)=20\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$ ।

(ख) सिद्ध कीजिए कि एकसमान वर्तुल गति के लिए, हर समय वेग, स्थिति सदिश के लंबवत् होता है तथा त्वरण, वेग के लंबवत् होता है। त्वरण की दिशा भी निर्धारित कीजिए।

(ग) द्रव्यमान m का गोला एक झील में विरामावस्था से गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में मुक्त रूप से गिर रहा है। गोले पर लगने वाले प्रतिरोधी बल को वेग के समानुपाती लेकर गोले का गति समीकरण स्थापित कीजिए तथा उसका हल प्राप्त कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

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

(क) द्रव्यमान 10^7kg की एक रेलगाड़ी 90km h^{-1} की अचर चाल से सरल रेखा में गतिमान है। उस पर ब्रेक द्वारा 20s के लिए $3.2 \times 10^6 \text{N}$ कानेट बल लगाया जाता है, जिसकी दिशा उसकी गति की दिशा के विपरीत होती है। रेलगाड़ी की नई चाल क्या है ? इस समयांतराल में रेलगाड़ी कितनी दूरी तय करती है ? 3+2

(ख) कार्य-ऊर्जा प्रमेय का कथन लिखिए। द्रव्यमान 4000 kg का एक अंतरिक्षयान अंतरिक्ष में 8000 ms^{-1} की चाल से गतिमान है। उसकी गति की विपरीत दिशा में रॉकेट छोड़कर उसकी चाल को कम किया जाता है। रॉकेट का 2000 km की दूरी तक प्रणोद 30000 N है। अंतरिक्षयान की अंतिम चाल परिकलित कीजिए। 1+4

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) 0.2 kg द्रव्यमान का एक पत्थर 1.0 m त्रिज्या के ऊर्ध्वाधर वृत्त में घुमाया जाता है। पत्थर की चाल अचर है तथा उसका मान $5\ \text{ms}^{-1}$ है। वृत्त के उच्चतम और निम्नतम बिन्दुओं पर डोरी में तनाव की गणना कीजिए। $g = 10\,\text{ms}^{-2}$ लें। 5

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

(क) सरल आवर्त गति कर रहे एक पिंड के वेग $10\ \text{cm s}^{-1}$ तथा $24\ \text{cm s}^{-1}$ हैं, जब उसके विस्थापन क्रमशः 12 cm तथा 5 cm हैं। इसके दोलनों का आयाम तथा आवर्तकाल परिकलित कीजिए। 5

(ख) एक प्रगामी तरंग को निम्नलिखित समीकरण द्वारा निरूपित किया जाता है :

$$y(x,t) = 2\sin\left[1400\,\pi t - \frac{\pi x}{20}\right]\text{cm}$$

इस तरंग की संचरण दिशा निर्धारित कीजिए तथा इसका आयाम, तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति और cms^{-1} मात्रक में इसका वेग प्राप्त कीजिए। 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) एक अवमंदित आवर्ती दोलक के प्रथम दोलन का आयाम 10 cm है। यह 100 दोलनों के बाद 1 cm रह जाता है। यदि दोलनों का आवर्तकाल 4.6 s है, तो लघुगणकीय अवक्षय तथा अवमंदन कारक के मान परिकलित कीजिए। 5

5. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर दीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) एक पहिये का अपने घूर्णन अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण 5.0 kg-m^2 है। आरम्भ में पहिया विरामावस्था में है। फिर उसे एक मोटर से जोड़ दिया जाता है जो उस पर उसके अक्ष के प्रति 25 Nm का बल आघूर्ण आरोपित करती है। 6.0 परिक्रमण पूरे कर लेने पर मोटर द्वारा पहिये पर कितना कार्य किया जाता है ? उस समय पहिये की कोणीय चाल क्या है ? 5

(ख) प्रत्यास्थ संघट्टन से आप क्या समझते हैं ? एक गेंद का समान द्रव्यमान की, विरामावस्था में स्थित दूसरी गेंद से प्रत्यास्थ संघट्टन होता है। संघट्टन के बाद दोनों गेंदों के परिणामी वेगों के व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 1+4

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) (i) कैप्लर के ग्रहीय गति के नियमों के कथन लिखिए। 3

(ii) बहस्पति ग्रह के एक उपग्रह का कक्षीय आवर्तकाल 1.8 दिन है। बहस्पति के केन्द्र से इसको दूरी 4.2 इकाई है। इसी ग्रह का एक अन्य उपग्रह, जो ग्रह के केन्द्र से 10.7 इकाई की दूरी पर है, के कक्षीय आवर्तकाल की गणना कीजिए। 2

× × × × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com