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

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.) (BSCG)

Term-End Examination

December, 2020

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 a calculator.

1. Answer any ***five*** parts : 2 each

(a) A box is being pulled by a rope that makes an angle of 60° with the ground, with a force of 80 N along the rope. Calculate the vertical and horizontal components of the force.

(b) Determine whether the following ODE is exact or not ?

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

(c) While riding a bicycle, a child falls forward and off the bicycle, when the bicycle hits a rock. Explain, why ?

(d) Define conservative force. Give an example.

(e) Explain, why dancers are able to increase their angular speed by pulling in their extended arms, while dancing.

(f) Determine the centre of mass coordinates of a system of two objects of masses 3.0 kg and 15 kg, respectively, kept at a distance of 2.0 m from one another.

(g) State the characteristics of simple harmonic motion.

(h) A wave is represented by :

$$y\,(x,\,t) = (5\text{ cm})\,\sin\left[(20\text{ s}^{-1})\,t + (15\text{ cm}^{-1})\,x\right]$$

Determine the velocity of the wave.

2. Answer any ***two*** parts : 5 each

(a) Determine the work done in moving an object from the point (0, 2.0 m, – 2.0 m) to the point (3.0 m, 4.0 m, – 2.0 m) when a constant force $\vec{F} = (4.0\,\text{N})\,\hat{i} + (3.0)\,\hat{j}$ is exerted on it.

(b) Solve the ODE :

$$y'' - 4y' + 3y = 0$$

subject to the initial conditions $y(0) = 1$ and $y'(0) = 2$.

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

$$\vec{r}(t) = 8\cos 3t\,\hat{i} + 8\sin 3t\,\hat{j}$$

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

3. Answer any ***two*** parts :

(a) A box of mass 40 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 surface of the plane. It is given that the tension in the rope is 250 N. Draw the free body diagram. Take $g = 10\ ms^{-2}$. 4+1

(b) Determine the height of a geosynchronous satellite above the surface of the earth. Take :

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ N\text{-}m^2\ kg^{-2}$$

$$R_E = 6.37 \times 10^6\ m$$

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ kg$$ 5

(c) State the law of conservation of energy. A wooden cube is pushed across a rough floor at a constant speed by a horizontal force of 12 N and it moves a distance of 7.0 m. If the thermal energy of the cube increases by 32 J, what is the increase in the thermal energy of the floor ? 1+4

4. Answer any ***two*** parts :

(a) A merry-go-round with a radius of 6.0 m is set rotating from rest in a clockwise direction and attains an angular speed of 0.50 rad s^{-1} in 100 s. What is the magnitude and direction of the torque experienced by a child of mass 30 kg about the centre of the merry-go-round if she is sitting at a distance of 3.0 m from the centre ?

What is her rotational kinetic energy ? 3+2

(b) State Kepler's third law of planetary motion. One moon of Jupiter has an orbital period of 1.8 days and is at a distance of 4.2 units from the centre of Jupiter. Another moon of Jupiter is at a distance of 10.7 units from its centre. Calculate is orbital period. 1+4

(c) A ball A collides head-on with another ball B of equal mass. Assuming that ball B is at rest and their collision is elastic, determine the final velocities of these balls. 5

5. Answer any ***two*** parts :

(a) Calculate the average of the kinetic energy and potential energy for simple harmonic motion over one complete cycle of oscillation. Take $\phi = 0$. 3+2

(b) A particle is simultaneously acted upon by two collinear harmonic oscillations of same frequency but different amplitudes and different initial phases. Determine the displacement of the resultant oscillation. 5

(c) Define logarithmic decrement and quality factor for a weakly damped oscillating system.

The amplitude of vibration of a damped spring-mass system reduces from 20 cm to 5.0 cm in 200 s. If the system completes 100 oscillations in this time, compare the periods with and without damping. 2+3

BPHCT-131

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

(बी. एस. सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2020

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 प्रयोग कर सकते हैं।

---

1. कोई ***पाँच*** भाग कीजिए : प्रत्येक 2

(क) एक बॉक्स को रस्सी द्वारा जो भूमि से $60°$ के कोण पर है, खींचा जाता है। बॉक्स पर रस्सी के

अनुदिश 80 N बल लगता है। बल के क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर घटक ज्ञात कीजिए।

(ख) निर्धारित कीजिए कि निम्नलिखित साधारण अवकल समीकरण यथातथ है अथवा नहीं ?

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

(ग) साइकिल की सवारी करते हुए एक बच्चा साइकिल के एक पत्थर से टकराने पर आगे की ओर और साइकिल से गिर जाता है। समझाइए कि ऐसा क्यों होता है?

(घ) सरंक्षी बल की परिभाषा लिखिए और उसका ***एक*** उदाहरण दीजिए।

(च) समझाइए कि नृत्य करने वाले कलाकार नृत्य करते हुए अपनी फैली हुई बाँहों को अंदर की ओर खींचकर अपनी कोणीय चाल को कैसे बढ़ा लेते हैं।

(छ) द्रव्यमान 3.0 kg के एक पिंड को द्रव्यमान 15 kg के एक पिंड से 2.0 m की दूरी पर रखा जाता है। इस द्वि-पिंड निकाय के संहति केन्द्र निर्देशांक निर्धारित कीजिए।

(ज) सरल आवर्त गति के अभिलक्षण बताइए।

(झ) किसी तरंग को निम्नलिखित व्यंजक द्वारा निरूपित किया गया है :

$$y\,(x,\,t) = (5\text{ cm})\,\sin\left[(20\text{ s}^{-1})\,t + (15\text{ cm}^{-1})\,x\right]$$

तरंग के वेग का मान निर्धारित कीजिए।

2. कोई **दो** भाग कीजिए : प्रत्येक 5

(क) अचर बल :

$$\vec{F} = (4.0\text{ N})\,\hat{i} + (3.0)\,\hat{j}$$

के अधीन बिन्दु (0, 2.0 m, – 2.0 m) से बिन्दु (3.0 m, 4.0 m, – 2.0 m) तक गतिमान किसी पिंड पर बल द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।

(ख) आदि प्रतिबंधों $y(0) = 1$ और $y'(0) = 2$ के अधीन साधारण अवकल समीकरण $y'' - 4y' + 3y = 0$ को हल कीजिए।

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

$$\vec{r}(t) = 8\cos 3t\,\hat{i} + 8\sin 3t\,\hat{j}$$

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

3. कोई **दो** भाग कीजिए :

(क) द्रव्यमान 40 kg वाले एक बक्से को एक नत समतल पर रस्सी से खींचा जाता है। नत समतल और क्षैतिज के बीच का कोण $30°$ है। यदि रस्सी में तनाव 250 N हो और बक्से का वेग अचर हो,

तो बक्से और समतल सतह के बीच गतिक घर्षण गुणांक की गणना कीजिए। बल निर्देशक आरेख खींचिये। $g = 10\,\text{ms}^{-2}$ लें। 4+1

(ख) पृथ्वी की सतह से एक भू-तुल्यकाली उपग्रह की ऊँचाई निर्धारित कीजिए। 5

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N-m}^2\ \text{kg}^{-2}$$

$$R_E = 6.37 \times 10^6\ \text{m}$$

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ \text{kg}$$

(ग) ऊर्जा संरक्षण नियम का कथन दीजिए। लकड़ी के एक घन को 12 N के क्षैतिज बल से खुरदरे फर्श पर अचर चाल से 7.0 m की दूरी तक ढकेला जाता है। यदि घन की तापीय ऊर्जा में 32 J की वृद्धि हुई हो, तो फर्श की तापीय ऊर्जा में कितनी वृद्धि होगी? 1+4

4. कोई **दो** भाग कीजिए :

(क) त्रिज्या 6.0 m के एक मेरी-गो-राउण्ड को विरामावस्था से दक्षिणावर्त घूर्णन दिया जाता है और 100 s में यह 0.50 rad s^{-1} की कोणीय चाल प्राप्त कर लेता है। केन्द्र से 3.0 m की दूरी पर बैठे द्रव्यमान 30 kg की बच्ची पर मेरी-गो-राउण्ड के केन्द्र के प्रति लगने वाले बल आघूर्ण का परिमाण और दिशा ज्ञात कीजिए। बच्ची की घूर्णी गतिज ऊर्जा भी ज्ञात कीजिए। 3+2

(ख) कैप्लर के ग्रहीय गति के तीसरे नियम का कथन दीजिए। बृहस्पति ग्रह के एक उपग्रह का कक्षीय आवर्तकाल 1.8 दिन है और बृहस्पति के केन्द्र से उसकी दूरी 4.2 इकाई है। बृहस्पति के एक अन्य उपग्रह की उसके केन्द्र से दूरी 10.7 इकाई है। इस दूसरे उपग्रह के कक्षीय आवर्तकाल की गणना कीजिए। 1+4

(ग) गेंद A के बराबर द्रव्यमान वाली, विरामावस्था में स्थित गेंद B से सीधा प्रत्यास्थ संघट्टन होता है। दोनों गेंदों के अंतिम वेग ज्ञात कीजिए। 5

5. कोई **दो** भाग कीजिए :

(क) सरल आवर्त गति के लिए, दोलन के एक सम्पूर्ण चक्र में स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा के औसत मान परिकलित कीजिए। $\phi = 0$ लें। 3+2

(ख) किसी कण पर दो सरेख आवर्ती दोलन आरोपित हैं, जिनकी आवृत्ति समान है, परन्तु उनके आयाम और प्रारंभिक कलाएँ भिन्न हैं। परिणामी दोलन का विस्थापन निर्धारित कीजिए। 3+2

(ग) एक दुर्बलत: अवमंदित दोलक के लिए लघुगणकीय अपक्षय और गुणता कारक की परिभाषा दीजिए। किसी अवमंदित कमानी-द्रव्यमान निकाय के दोलन का आयाम

200 s में 20 cm से घटकर 5.0 cm रह जाता है। यदि यह दोलक इस समयांतराल में 100 दोलन पूरे करता है, तो इसके आवर्तकाल की उन दो स्थितियों में तुलना कीजिए जब यह अवमंदित है और जब यह अनअवमंदित है। 2+3