

No. of Printed Pages : 15

BPHE-101/PHE-01/PHE-02**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination, December, 2015****PHYSICS****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS****&****PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES****Instructions :**

- (i) *Students registered for both BPHE-101 / PHE-01 and PHE-02 courses should answer both the question papers in two separate answer books entering their enrolment number, course code and course title clearly on both the answer books.*
- (ii) *Students who have registered for BPHE-101 / PHE-01 or PHE-02 should answer the relevant question paper after entering their enrolment number, course code and course title on the answer book.*

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01/पी.एच.ई.-02**विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)****सत्रांत परीक्षा, दिसम्बर, 2015****भौतिक विज्ञान****बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी****एवं****पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें****निर्देश :**

- (i) जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101 / पी.एच.ई.-01 और पी.एच.ई.-02 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्नपत्रों के उत्तर अलग-अलग उत्तर पुस्तिकाओं में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ़-साफ़ लिखकर दें।
- (ii) जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101 / पी.एच.ई.-01 या पी.एच.ई.-02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्नपत्र के उत्तर, उत्तर पुस्तिका में अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड तथा पाठ्यक्रम नाम साफ़-साफ़ लिखकर दें।

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2015

BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS

Time : $1\frac{1}{2}$ hours

Maximum Marks : 25

Note : Attempt **all** questions. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use log tables or non-programmable calculators.

1. Attempt any **two** parts : 2×6=12

- (a) (i) Is the following statement *true* or *false* :

“If the instantaneous velocity of an object is zero, its acceleration must also be zero.”

Explain your answer.

1+1=2

- (ii) A block of mass 50 kg is pulled horizontally on a floor. If the coefficient of kinetic friction between the block and the floor is 0.1, what is the horizontal force required to pull it at a constant velocity ? Draw the free-body diagram.

1+1=2

(iii) A stone is lodged in a rotating car wheel at a distance of 0.2 m from the axis of rotation. The average angular acceleration of the stone is 100 rad s^{-2} . What will the stone's speed be after 2.0 s ?

2

(b) (i) If the free fall acceleration on the moon is measured to be 1.60 ms^{-2} and its mass is $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$, what is its radius ? ($G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$)

2

(ii) Determine the potential energy function associated with the anharmonic spring force :

$$\vec{F} = (-k_1x - k_2x^2) \hat{i}.$$

4

(c) State the work-energy theorem. A fire-cracker of mass 0.10 kg is launched from rest. The work done on the fire-cracker by non-conservative forces due to burning fuel is 100 J. Calculate the speed of the fire-cracker when it reaches a height of 20 m. Neglect air resistance and the mass lost due to the burning of fuel.

Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$.

2+4=6

(d) A boy of mass 20 kg stands at the edge of a merry-go-round having a moment of inertia 320 kg m^2 and a radius of 4.0 m. The merry-go-round is initially at rest. The boy then starts to walk counter-clockwise around the edge of the merry-go-round at a constant speed of 2.0 ms^{-1} .

- (i) In what direction and with what angular speed does the merry-go-round rotate ?
- (ii) How much work does the boy do to set himself and the merry-go-round in motion ? $4+2=6$

2. Attempt any **one** part : $1 \times 5 = 5$

- (a) A star moves in a circular orbit with a time period of 20 hours about another massive star whose mass is 2.0×10^{30} kg. Use Kepler's third law to calculate the distance between the two stars. 5
- (b) Write down the expression for the centre of mass of an N-particle system. Three particles of equal mass are placed at the vertices of an isosceles right-angled triangle. Determine the centre of mass of the system. $1+4=5$

3. (a) A particle A of mass m collides elastically with another particle B of mass $4m$ which is initially at rest. After the collision B moves at an angle θ with the initial direction of motion of A. Determine the direction in which A moves after the collision. If the initial speed of A is u , determine the speeds of the two particles after the collision. 5

OR

Two astronauts, each of mass 60 kg, are tied by a light rope and the distance between them is 10 m. They are isolated in space and orbiting their c.m. (centre of mass) at a speed of 6 ms^{-1} . Calculate the angular momentum and kinetic energy of the system. After a while they move closer to each other so that the distance between them is 5.0 m. What is the new angular momentum of the system? What are the new speeds? What is the kinetic energy of the system now?

5

- (b) A bird of mass 0.5 kg is flying due north at the latitude 30°N at a speed of 2 ms^{-1} . Determine the Coriolis force acting on it in the Earth's rotating frame.

3

OR

A child of mass m stands at rest in a lift moving downward with an acceleration 6 ms^{-2} . Determine the apparent weight of the child. Draw the free body diagram. Take $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$.

2+1=3

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2015

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट : सभी प्रश्न कीजिए । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । आप लॉग सारणियों या अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं ।

1. कोई दो भाग कीजिए :

2×6=12

(क) (i) क्या निम्नलिखित कथन सही है या गलत :

“यदि किसी वस्तु का तात्क्षणिक वेग शून्य हो, तो उसका त्वरण भी शून्य होगा ।”

अपना उत्तर समझाइए ।

1+1=2

(ii) 50 kg द्रव्यमान वाले एक पिंड को फ़र्श पर क्षैतिजतः खींचा जाता है । यदि फ़र्श और पिंड के बीच गतिक घर्षण गुणांक 0.1 हो, तो पिंड को क्षैतिज दिशा में अचर वेग से खींचने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी ? बल-निर्देशक आरेख भी बनाइए ।

1+1=2

- (iii) घूर्णन कर रहे कार के पहिए के घूर्णन अक्ष से 0.2 m की दूरी पर एक पत्थर अटका है। पत्थर का औसत कोणीय त्वरण 100 rad s^{-2} है। 2.0 s बाद पत्थर की चाल क्या होगी ? 2

- (ख) (i) यदि चंद्रमा पर मुक्त रूप से गिरने का त्वरण 1.60 ms^{-2} मापा जाता है और उसका द्रव्यमान $7.4 \times 10^{22} \text{ kg}$ है, तो उसकी त्रिज्या क्या होगी ? ($G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$) 2

- (ii) अप्रसंवादी (प्रत्यानयन) कमानी बल :

$$\vec{F} = (-k_1x - k_2x^2) \hat{i}$$

से सम्बद्ध स्थितिज ऊर्जा फलन निर्धारित कीजिए। 4

- (ग) कार्य-ऊर्जा प्रमेय का कथन दीजिए। 0.10 kg द्रव्यमान के एक पटाखे को विरामावस्था से छोड़ा जाता है। पटाखे पर ईंधन के जलने के कारण लग रहे असंरक्षी बलों द्वारा किया गया कार्य 100 J है। 20 m की ऊँचाई पर पटाखे की चाल परिकलित कीजिए। ईंधन के जलने के कारण वायु प्रतिरोध और द्रव्यमान में कमी नगण्य है। $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए। 2+4=6

- (घ) 20 kg द्रव्यमान वाला एक लड़का, 4.0 m की त्रिज्या और 320 kg m^2 जड़त्व आघूर्ण वाले एक मेरी-गो-राउंड के किनारे पर खड़ा है। आरंभ में मेरी-गो-राउंड विरामावस्था में है। फिर लड़का मेरी-गो-राउंड के किनारे पर वामावर्त दिशा में 2.0 ms^{-1} की अचर चाल से चलने लगता है।

- (i) मेरी-गो-राउंड किस दिशा में और किस कोणीय चाल से घूर्णन करता है ?
- (ii) मेरी-गो-राउंड और अपने को गति देने के लिए लड़के को कितना कार्य करना पड़ता है ? $4+2=6$

2. कोई एक भाग कीजिए :

$$1 \times 5 = 5$$

(क) एक तारा वृत्ताकार कक्षा में एक अन्य बृहत् तारे की परिक्रमा करता है। उसका आवर्तकाल 20 घण्टे है और बृहत् तारे का द्रव्यमान $2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$ है। केप्लर के तीसरे नियम का प्रयोग करते हुए दोनों तारों के बीच की दूरी परिकलित कीजिए।

5

(ख) N-कणों के निकाय के लिए संहति-केन्द्र का व्यंजक लिखिए। समान द्रव्यमान वाले तीन कणों को एक समद्विबाहु समकोण त्रिभुज के शीर्षों पर रखा गया है। इस निकाय का संहति-केन्द्र निर्धारित कीजिए।

$$1+4=5$$

3. (क) द्रव्यमान m वाला एक कण A, $4m$ द्रव्यमान वाले एक दूसरे कण B के साथ प्रत्यास्थ संघट्टन करता है। आरम्भ में कण B विरामावस्था में स्थित है। संघट्टन के बाद B, A की आरम्भिक दिशा से कोण θ पर गति करता है। संघट्टन के बाद A की गति की दिशा निर्धारित कीजिए। यदि A की आरम्भिक चाल μ हो, तो संघट्टन के बाद दोनों कणों की चाल निर्धारित कीजिए।

5

अथवा

दो अंतरिक्ष-यात्री, जिनमें से प्रत्येक का द्रव्यमान 60 kg है, एक हल्की रस्सी से बंधे हैं और उनके बीच की दूरी 10 m है। वे अंतरिक्ष में विलगित हैं और अपने संहति-केन्द्र की परिक्रमा 6 ms^{-1} की चाल से करते हैं। इस निकाय के कोणीय संवेग और गतिज ऊर्जा की गणना कीजिए। कुछ समय बाद वे एक-दूसरे के निकट आ जाते हैं जिससे कि उनके बीच की दूरी घटकर 5.0 m रह जाती है। निकाय का नया कोणीय संवेग क्या है? उनकी नई चालें क्या हैं? निकाय की गतिज ऊर्जा अब कितनी होगी?

5

(ख) 0.5 kg द्रव्यमान का एक पक्षी 30°N अक्षांश पर उत्तर दिशा में 2 ms^{-1} की चाल से उड़ रहा है। पृथ्वी से जुड़े घूर्णी तंत्र में उस पर लग रहे कोरिऑलिस बल की गणना कीजिए।

3

अथवा

द्रव्यमान m वाला एक बच्चा एक लिफ्ट में, जो नीचे की ओर त्वरण 6 ms^{-2} से गतिमान है, विरामावस्था में खड़ा है। बच्चे का आभासी भार ज्ञात कीजिए। बल-निर्देशक आरेख भी बनाइए। $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए।

$2+1=3$