

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination, December, 2016****PHYSICS****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS****&****BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES****Instructions :**

- (i) *Students registered for both BPHE-101 / PHE-01 and BPHE-102 / 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 BPHE-102 / 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/बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02

विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)**सत्रांत परीक्षा, दिसम्बर, 2016****भौतिक विज्ञान****बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारंभिक यांत्रिकी एवं****बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगों****निर्देश :**

- (i) जो छात्र बी.पी.एच.ई.-101 / पी.एच.ई.-01 और बी.पी.एच.ई.-102 / पी.एच.ई.-02 दोनों पाठ्यक्रमों के लिए पंजीकृत हैं, दोनों प्रश्न-पत्रों 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 बी.पी.एच.ई.-102 / पी.एच.ई.-02 किसी एक के लिए पंजीकृत हैं, अपने उसी प्रश्न-पत्र 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, 2016

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 calculators.

1. Attempt any *two* parts :

2×6=12

- (a) (i) A ball of mass 0.3 kg moving with a speed of 6.0 ms^{-1} strikes a wall at an angle of 60° to the wall. It then rebounds at the same speed and the same angle. It is in contact with the wall for 10 ms. Calculate the impulse and the average force. 2+2
- (ii) A particle's kinetic energy decreases when an external force is exerted on it. Is the force conservative or non-conservative ? Explain. 2

- (b) A rock of mass 500 kg slides down from rest along a hill slope that is 500 m long and 300 m high and reaches the bottom. The coefficient of kinetic friction between the rock and the hill slope is 0.25. Calculate
- the potential energy of the rock just before sliding.
 - the work done on the rock by the frictional force.
 - the speed of the rock at the bottom of the hill.

Draw the free body diagram.

1+2+2+1

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

- (c) (i) A crane operated by an electric motor has a mass of 500 kg. It raises a load of 300 kg vertically at a steady speed of 0.2 ms^{-1} . The frictional force is constant and equal to 1200 N. Calculate what is the power required. (Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

4

- (ii) Suppose a frame of reference is attached to a ball being swung in a circle. Is the frame of reference inertial or non-inertial? Explain.

2

- (d) A wheel has a moment of inertia of 2.0 kg m^2 about its axis of rotation. It is rotating with an angular speed of 50 rpm. Calculate the torque that can stop the wheel in one minute. Also, calculate the work done by the torque in this time.

4+2

2. Attempt any **one** part :

1×5=5

(a) (i) What are the constants of motion for a particle moving under a central conservative force ? 2

(ii) Io and Europa are the moons of Jupiter. Io takes 1.8 days to orbit Jupiter and it is at a distance of 4.22×10^5 km from its centre. Europa is at a distance of 6.71×10^5 km from Jupiter's centre. Use Kepler's third law to determine how long it would take Europa to orbit Jupiter. 3

(b) Write down the expression for the position vector of the centre of mass for a two-particle system. Write the equation of motion for the centre of mass coordinate of a two-particle system if the net external force on it is zero. Two skaters stand on ice holding a pole of length 10 m and negligible mass between them. Their masses are 60 kg and 40 kg. Starting from the ends of the pole the skaters move along the pole till they meet. How far does each skater move ? 1+1+3

3. (a) An object is being rotated in a centrifuge of radius 5.0 m. The acceleration of the centrifuge is 4 g. What is the velocity of the object and the time period of its motion ? (Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$) 3

OR

An iceberg of mass 5×10^8 kg near the North Pole moves west at a speed of 8 km per day. Determine the magnitude and direction of the Coriolis force. 3

- (b) Derive the expression of the kinetic energy of a two-particle system in terms of the centre of mass and relative coordinates given by $K = \frac{1}{2} MV_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2} \mu v^2$.

5

OR

A body of radius R and mass M is initially rolling on a level surface with speed u . It then rolls up an incline and is able to reach a height h , where $h = 3u^2/(4g)$. What is the geometrical shape of the body?

5

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2016

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 कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं।

1. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 6 = 12$

(क) (i) द्रव्यमान 0.3 kg वाली एक गेंद जो 6.0 ms^{-1} की चाल से चल रही है, 60° के कोण पर एक दीवार से टकराती है। गेंद उसी चाल और उसी कोण पर विपरीत दिशा में गतिमान होती है। दीवार के साथ गेंद की संपर्क की अवधि 10 ms है। आवेग और औसत बल परिकलित कीजिए।

$2+2$

(ii) जब एक कण पर बाह्य बल लगता है, तो उसकी गतिज ऊर्जा कम हो जाती है। क्या बाह्य बल संरक्षी है या असंरक्षी? समझाइए।

2

(ख) द्रव्यमान 500 kg वाली एक शिला जो एक पहाड़ के ऊपर विरामावस्था में है, पहाड़ की ढाल पर खिसकने लगती है और नीचे तक पहुँच जाती है। पहाड़ की ढाल 500 m लम्बी और 300 m ऊँची है। पहाड़ की ढाल और शिला के बीच गतिक घर्षण गुणांक 0.25 है। परिकलित कीजिए कि

- (i) खिसकने के ठीक पहले शिला की स्थितिज ऊर्जा क्या होगी।
- (ii) शिला पर घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा।
- (iii) पहाड़ के नीचे पहुँचने पर शिला की चाल क्या होगी।

बल-निर्देशक आरेख भी खींचिए।

1+2+2+1

($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए)

- (ग) (i) बिजली की मोटर द्वारा संचालित एक क्रेन का द्रव्यमान 500 kg है। यह एक 300 kg के भार को ऊर्ध्वाधर दिशा में 0.2 ms^{-1} की स्थायी चाल से उठाती है। घर्षण बल का अचर मान 1200 N के बराबर है। परिकलित कीजिए कि कितनी शक्ति की आवश्यकता होगी।

($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए)

4

- (ii) मान लीजिए कि वृत्त में गतिमान एक गेंद से एक निर्देश तंत्र जुड़ा है। समझाइए कि यह निर्देश तंत्र जड़त्वीय है या अजड़त्वीय।

2

- (घ) एक पहिये का अपने घूर्णन अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण 2.0 kg m^2 है। पहिया 50 rpm के कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है। उस बल-आघूर्ण का मान परिकलित कीजिए जो एक मिनट में इस पहिये को विरामावस्था में ला सकता है। इस समय में बल-आघूर्ण द्वारा किया गया कार्य भी परिकलित कीजिए।

4+2

2. कोई एक भाग कीजिए :

$1 \times 5 = 5$

(क) (i) केंद्रीय संरक्षी बल के अधीन गतिमान एक कण के लिए गति के अचर क्या हैं ? 2

(ii) आयो और यूरोपा बृहस्पति ग्रह के दो उपग्रह हैं । आयो का कक्षीय आवर्तकाल 1.8 दिन है और बृहस्पति के केंद्र से उसकी दूरी 4.22×10^5 km है । बृहस्पति के केंद्र से यूरोपा की दूरी 6.71×10^5 km है । केप्लर के तीसरे नियम का प्रयोग करते हुए यूरोपा का बृहस्पति ग्रह के लिए कक्षीय आवर्तकाल निर्धारित कीजिए । 3

(ख) एक द्वि-कण निकाय के संहति केंद्र के लिए स्थिति सदिश का व्यंजक लिखिए । शून्य नेट बाह्य बल के लिए एक द्वि-कण निकाय के संहति केंद्र निर्देशांक की गति का समीकरण लिखिए । दो स्केटर बर्फ के ऊपर एक 10 m लंबी नगण्य द्रव्यमान वाली छड़ के विपरीत सिरों को पकड़कर खड़े हैं । उनके द्रव्यमान 60 kg और 40 kg हैं । छड़ के सिरों से स्केटर एक-दूसरे की ओर बढ़ते हैं जब तक कि वे मिल नहीं जाते । प्रत्येक स्केटर कितनी दूरी तय करता है ? $1+1+3$

3. (क) एक पिंड को 5.0 m त्रिज्या वाले अपकेंद्रण यंत्र में घूर्णित किया जाता है । अपकेंद्रण यंत्र का त्वरण $4g$ है । पिंड का वेग और उसकी गति का आवर्तकाल क्या है ? ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लीजिए) 3

अथवा

5×10^8 kg द्रव्यमान वाली एक हिम-शिला उत्तर ध्रुव के पास 8 km प्रतिदिन की चाल से पश्चिम दिशा में गतिमान है । कोरिऑलिस बल के परिमाण और दिशा निर्धारित कीजिए । 3

- (ख) एक द्वि-कण निकाय की गतिज ऊर्जा के व्यंजक $K = \frac{1}{2} MV_{\text{cm}}^2 + \frac{1}{2} \mu v^2$ को संहति केन्द्र और आपेक्षिक निर्देशांकों के पदों में व्युत्पन्न कीजिए ।

5

अथवा

एक पिंड जिसका द्रव्यमान M और त्रिज्या R है, एक क्षैतिज सतह पर चाल u से लुढ़कता है । उसके बाद वह एक नत तल पर ऊपर की ओर लुढ़कते हुए ऊँचाई h तक पहुँच पाता है, जहाँ $h = 3u^2/(4g)$ है । पिंड का ज्यामितीय आकार क्या है ?

5

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2016****BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES***Time : $1\frac{1}{2}$ hours**Maximum Marks : 25*

Note : All questions are compulsory. However, internal choices are given and marks for each question are indicated against it. You can use non-programmable calculators.

1. Answer any *three* parts : $3 \times 5 = 15$

- (a) Explain the phenomenon of beats. An ambulance blowing a siren of frequency 700 Hz is travelling towards a vertical reflecting wall with a speed 7.2 km h^{-1} . Calculate the number of beats heard in one second by the driver of the ambulance. Take speed of sound as 340 ms^{-1} .

- (b) An open pipe is suddenly closed at one end with the result that the frequency of the third harmonic of the closed pipe is found to be higher by 100 Hz than the fundamental frequency of the open pipe. Calculate the fundamental frequency of the open pipe.
- (c) An object of mass m is subjected to a restoring force kx and frictional force $-\gamma \frac{dx}{dt}$. It oscillates harmonically with a frequency 0.5 Hz. However, its amplitude of oscillation is halved in 2 s and the system is weakly damped. Calculate the values of ω_d , γ , b and k . Also write down its equation of motion in terms of calculated values.
- (d) How is a compound pendulum different from a simple pendulum? Obtain an expression for the time period of a compound pendulum.
- (e) Consider two identical spring-mass systems connected by a spring of spring constant k' .
- Depict their equilibrium and instantaneous configurations.
 - Write down the equations of motion of these masses when they are made to execute longitudinal oscillations.
 - Reduce these equations to the standard equation of SHM and interpret your results.

2. Answer any *two* parts :

2×5=10

- (a) Two waves travelling in the same direction are represented as

$$y_1(x, t) = a \sin(\omega_1 t - k_1 x)$$

and $y_2(x, t) = a \sin(\omega_2 t - k_2 x)$.

Suppose that ω_1 and k_1 are respectively greater than ω_2 and k_2 . Obtain an expression for the resultant wave arising due to their superposition.

- (b) Consider a body of mass 0.2 kg suspended from a spring of force constant 100 Nm^{-1} . The frictional force acting on it is $5v$ newton. Write down the differential equation of its motion and calculate the period of oscillations.

- (c) The group velocity and phase velocity are connected through the relation

$$v_g = v_p + k \frac{dv_p}{dk}$$

Express v_g in terms of λ .

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2016

बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02 : दोलन और तरंगें

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट: सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। परन्तु, आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं तथा प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिए :

3×5=15

(क) विस्पंद परिघटना की व्याख्या कीजिए। एक ऐम्बुलेंस, जिसके सायरन की आवृत्ति 700 Hz है, एक ऊर्ध्वाधर परावर्ती दीवार की ओर 7.2 km h^{-1} की चाल से अग्रसर हो रही है। ऐम्बुलेंस के चालक द्वारा सुने जाने वाले प्रति सेकण्ड विस्पंदों की संख्या परिकलित कीजिए। ध्वनि का वेग 340 ms^{-1} मान लीजिए।

- (ख) एक खुली नलिका के एक सिरे को अचानक बंद करने पर पाया जाता है कि बंद नलिका के तृतीय संनादी की आवृत्ति खुली नलिका की मूल आवृत्ति से 100 Hz अधिक है। खुली नलिका की मूल आवृत्ति का मान परिकलित कीजिए।
- (ग) संहति m के निकाय (पिंड) पर एक प्रत्यानयन बल kx तथा घर्षण बल $-\gamma \frac{dx}{dt}$ लगे हैं। यह निकाय 0.5 Hz आवृत्ति से आवर्त गति करता है तथा इसके दोलनों का आयाम 2 s में आधा रह जाता है। यदि यह न्यून अवमंदित हो तो ω_d , γ , b और k के मान परिकलित कीजिए। परिकलित मानों के पदों में इस निकाय का गति समीकरण भी लिखिए।
- (घ) पिंड लोलक से सरल लोलक किस प्रकार भिन्न होता है? पिंड लोलक के आवर्तकाल का व्यंजक प्राप्त कीजिए।
- (ङ) दो ऐसे एकसमान कमानी-संहति निकायों की कल्पना कीजिए जो एक-दूसरे से कमानी स्थिरांक k' वाली कमानी से जुड़े हैं।
- इस निकाय के साम्यावस्था तथा तात्क्षणिक विन्यास आलेखित कीजिए।
 - इन संहतियों के लिए गति समीकरण लिखिए जब ये अनुदैर्घ्य दोलन करते हैं।
 - इन समीकरणों को सरल आवर्त गति के मानक समीकरण के रूप में समानीत कीजिए तथा अपने परिणामों की व्याख्या कीजिए।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

(क) एक दिशा में गतिमान दो तरंगों को निम्नवत निरूपित किया जाता है

$$y_1(x, t) = a \sin(\omega_1 t - k_1 x)$$

और $y_2(x, t) = a \sin(\omega_2 t - k_2 x)$.

मान लीजिए कि ω_1 तथा k_1 क्रमशः ω_2 तथा k_2 से अधिक हैं। इनके अध्यारोपण से प्राप्त परिणामी तरंग का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ख) बल नियतांक 100 Nm^{-1} वाली कमानी से 0.2 kg द्रव्यमान का एक पिंड लटकाया गया है। इस पर 5 v न्यूटन का घर्षण बल कार्यरत है। इस पिंड का गति अवकल समीकरण लिखिए और दोलनों का आवर्तकाल परिकलित कीजिए।

(ग) समूह वेग एवं कला वेग में निम्नलिखित संबंध है :

$$v_g = v_p + k \frac{dv_p}{dk}$$

v_g को λ के पदों में व्यक्त कीजिए।