

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

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 (बी०एस०सी०)

भौतिक विज्ञान

**बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01 : प्रारम्भिक यांत्रिकी
एवं**

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

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 साफ-साफ 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 साफ-साफ लिखकर दें।



BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****BPHE-101/PHE-01 : ELEMENTARY MECHANICS***Time : 1½ Hours]**[Maximum Marks : 25*

Note: Attempt all questions. The marks for each question are indicated against it. You may use a calculator. Symbols have their usual meaning.

1. Answer any two parts: (6×2=12)
- (a) (i) A crate of mass 200 kg moves at constant speed up a plane inclined at an angle of 30° with the horizontal. The coefficient of kinetic friction between the crate and the plane is 0.4. Calculate the magnitude of the force that must be applied to the crate parallel to the inclined plane. Draw the free body diagram and take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 4+1
- (ii) A spaceship takes a circular turn of radius 3000 km at a constant speed of 27000 kmh^{-1} . Calculate its centripetal acceleration. 1

- (b) (i) State the law of conservation of energy. A crate is pushed across a rough floor with a constant force of 60 N. The mass of the crate is 20 kg and its speed reduces from 3.0 ms^{-1} to 1.0 ms^{-1} over a displacement of 1.5 m. Calculate the increase in the thermal energy of the crate and the floor. 1+3
- (ii) A bat strikes a ball at rest with a force of 80 N over a period of 20 ms. If the mass of the ball is 100 g, what is its speed just after the impact? 2
- (c) (i) A child of mass 35 kg rides a bicycle of mass 15 kg. The force of friction is 20N. What power must she supply to move at a speed of 2.0 ms^{-1} while going up an incline of slope 30° ? Draw the free-body diagram. Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 4+1
- (ii) A disc initially rotating at 100 rad s^{-1} is brought to a stop with a constant acceleration of magnitude 5.0 rad s^{-2} . How much time does the disc take to stop? 1
- (d) A horizontal disc is freely rotating at the rate of 120 rpm about a vertical axis passing through its centre. A piece of wax of mass 100

g falls on the disc at a distance of 1.0 m from its centre. If the final angular speed of the disc is 60 rpm, calculate its moment of inertia. Also calculate the change in the rotational kinetic energy of the system. 4+2

2. Answer any one part: 5

(a) Write down the constants of motion for a central conservative force. A satellite of mass 2000 kg is going around the Earth in an elliptical orbit. At the apogee, its altitude is 3600 km while at the perigee its altitude is 1100 km, from the surface of the Earth. Calculate the eccentricity of its orbit and the energy of the satellite. Take the radius of the Earth $R_E = 6400$ km., mass of the Earth $M_E = 6.0 \times 10^{24}$ kg, and $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$. 1+4

(b) Write down the equation of motion of the c.m. for a two particle system when the net external force is zero. Particles of mass 2 kg each are placed at the four corners of a rectangle whose adjacent sides are of length 0.2 m and 0.1 m respectively. Locate the centre of mass of the system. 1+4

3. Answer any one part: 5

(a) A neutron moving with a speed v collides elastically with a helium nucleus at rest. After the collision, the neutron and the helium move off at right angles to each other. The neutron's path is at 60° to its original direction of motion. Calculate the speeds of the neutron and the helium nucleus after the collision. The masses of the neutron and helium nucleus are $1u$ and $4u$ respectively. 5

(b) A solid disc and a ring having the same mass and diameter are released from the top of an inclined plane at the same height and roll down without slipping. Use the law of conservation of energy to determine which of these objects would reach the bottom of the incline first. 5

4. Answer any one part: 3

(a) Wind is blowing from east to west at 30° N latitude with speed 30 ms^{-1} . Determine the coriolis force exerted on unit mass of air. 3

(b) An object is rotated in a centrifuge of radius 2.0 m . If the acceleration of the centrifuge is $3g$, what is the velocity of the object and the time period of its motion? Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$. 2+1

—x—

विज्ञान स्नातक (बी०एससी०)

सत्रांत परीक्षा

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

समय : 1½ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट: सभी प्रश्न कीजिये। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई दो भाग कीजिये: (6×2=12)

(क) (i) द्रव्यमान 200 kg का एक क्रेट एक नत समतल पर जो क्षैतिज के साथ 30° के कोण पर है, ऊपर की ओर अचर चाल से गतिमान है। क्रेट और समतल के बीच गतिक घर्षण गुणांक का मान 0.4 है। गणना कीजिये कि क्रेट पर समतल के समांतर कितना बल लगाना होगा? बल निर्देशक आरेख भी खींचें और $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 4+1

(ii) एक अन्तरिक्ष यान 3000 km त्रिज्या के वृत्ताकार पथ पर 27000 kmh^{-1} की अचर चाल से घूमता है। उसका अभिकेन्द्र त्वरण परिकलित कीजिये।

(ख) (i) ऊर्जा संरक्षण नियम का कथन दीजिये। द्रव्यमान 20 kg के एक क्रेट को एक खुरदरे फर्श पर 60 N के अचर बल से ढकेला जाता है। अगर 1.5 m के विस्थापन में क्रेट की चाल 3.0 ms^{-1} से घटकर 1.0 ms^{-1} हो जाती है तो फर्श और क्रेट की तापीय ऊर्जा में होने वाली वृद्धि का मान परिकलित कीजिये। 1+3

(ii) विरामावस्था में स्थित द्रव्यमान 100 g की एक गेंद को बल्ला 80 N के बल से मारता है। यदि बल के लगने का समयांतराल 20 ms हो तो मारने के ठीक बाद गेंद की चाल क्या होगी? 2

(ग) (i) द्रव्यमान 35 kg की एक बच्ची एक साइकिल की सवारी कर रही है जिसका द्रव्यमान 15 kg है। घर्षण बल 20 N है। 30° ढलान वाले नत तल पर 2.0 ms^{-1} की चाल से ऊपर जाने के लिए उसे कितनी शक्ति लगानी होगी? बल निर्देशक आरेख खींचें और $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें। 4+1

(ii) एक चकती को जो 100 rad s^{-1} की आरम्भिक कोणीय चाल से घूर्णन कर रही है, 5.0 rad s^{-2} परिमाण के अचर त्वरण से विरामावस्था में लाया जाता है। चकती को रुकने में कितना समय लगेगा?

(घ) एक क्षैतिज चकती अपने केन्द्र से गुजरने वाली और अपने तल के लम्बवत अक्ष के प्रति बिना घर्षण के 120 rpm की कोणीय चाल से घूर्णन कर रही है। द्रव्यमान 100 g का एक मोम का टुकड़ा चकती पर उसके केन्द्र से 1.0 m की दूरी पर गिरता है। यदि चकती की अन्तिम कोणीय चाल 60 rpm हो, तो उसका जड़त्व आघूर्ण परिकलित कीजिये। निकाय की घूर्णी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन का मान भी परिकलित कीजिये। 4+2

2. कोई एक भाग कीजिये: 5

(क) केन्द्रीय संरक्षी बलों के लिए गति के अचर लिखिये। द्रव्यमान 2000 kg का एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर दीर्घवृत्ताकार कक्षा में गतिमान है। पृथ्वी की सतह से उपग्रह की ऊँचाई भूमिउच्च पर 3600 km और भूमिनीच पर 1100 km है। उपग्रह की कक्षा की उत्केन्द्रता और उसकी ऊर्जा परिकलित कीजिये। पृथ्वी की त्रिज्या $R_E = 6400 \text{ km}$, द्रव्यमान $M_E = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ और $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ लें। 1+4

(ख) एक द्वि-कण निकाय के संहति केन्द्र के लिए गति का समीकरण लिखिये जब नेट बाह्य बल शून्य हो। एक आयत की संलग्न भुजाओं की लम्बाई क्रमशः 0.2 m और 0.1 m हैं। उसके चार सिरों पर द्रव्यमान 2 kg के कण रखे जाते हैं। निकाय के संहति केन्द्र की स्थिति ज्ञात कीजिये। 1+4

3. कोई एक भाग कीजिये:

5

(a) आरम्भ में विरामावस्था में स्थित हीलियम नाभिक से चाल v से गतिमान एक न्यूट्रॉन का प्रत्यास्थ संघट्टन होता है। संघट्टन के बाद हीलियम नाभिक और न्यूट्रॉन एक दूसरे से समकोण पर गति करते हैं। यदि संघट्टन के बाद न्यूट्रॉन अपनी गति की आरम्भिक दिशा से 60° के कोण पर गति करता है, तो संघट्टन के बाद हीलियम नाभिक और न्यूट्रॉन की चाल परिकलित कीजिये। न्यूट्रॉन और हीलियम नाभिक के द्रव्यमान क्रमशः 1μ और 4μ हैं।

(ख) एक ठोस चकती और एक वलय, जिनके द्रव्यमान और व्यास बराबर हैं, एक नत तल के ऊपरी सिरे से समान ऊँचाई से छोड़े जाते हैं और वे बिना फिसले नीचे लुढ़कते हैं। ऊर्जा संरक्षण नियम लागू करके पता लगाएँ कि इनमें से कौन-सा पिण्ड नत तल के निचले सिरे पर पहले पहुँचता है?

4. कोई एक भाग कीजिये:

3

(क) 30° N अक्षांश पर वायु पूर्व से पश्चिम की ओर 30 ms^{-1} की चाल से बहती है। वायु के प्रति एकक द्रव्यमान पर लग रहे कोरिओलिस बल की गणना कीजिये।

(ख) एक पिण्ड को 2.0 m त्रिज्या वाले एक अपकेंद्रण यंत्र में घूर्णित किया जाता है। अगर अपकेंद्रण यंत्र का त्वरण $3g$ हो तो पिण्ड का वेग और उसकी गति का आवर्तकाल क्या है? $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें।

—x—

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES***Time : 1½ Hours]**[Maximum : Marks : 25*

Note: Attempt all questions. However, internal choices are given. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. You may use a calculator.

-
1. Answer any three parts: (3×5=15)
- (a) Two orthogonal harmonic oscillations having amplitudes a_1 and a_2 have angular frequencies in the ratio 1 : 2. If these oscillations are superposed, determine the nature of resultant oscillation when initial phase difference is zero.
- (b) A damped harmonic oscillator is represented by the equation:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + kx = 0$$

with $m = 0.25$ kg, $\gamma = 0.07$ kgs⁻¹ and $k = 85$ Nm⁻¹. Calculate:

- (i) its period of oscillation,
 - (ii) number of oscillations in which its amplitude will become one fourth of its original value, and
 - (iii) its quality factor.
- (c) A lady is standing near a railway track. A train approaches her with a speed of 72 kmh^{-1} . The apparent frequency of whistle heard by the lady is 660 Hz . Calculate the actual frequency of whistle. Speed of sound in air is 340 ms^{-1} . Also name this effect.
- (d) Two strings having mass per unit lengths μ_1 and μ_2 in ratio of $1 : 4$ are joined together and stretched under the same tension. Calculate reflection and transmission amplitude coefficients for transverse waves on the strings.
- (e) A harmonic wave on a rope is described by:

$$y(x, t) = (4.3 \text{ mm}) \sin \left[\frac{2\pi}{0.82 \text{ m}} \left(x + (12 \text{ ms}^{-1})t \right) \right]$$

Calculate the wavelength, period, wave number, frequency and direction of propagation of the wave.

2. Answer any two parts: 2×5=10

(a) Explain the formation of stationary waves in an open organ pipe of length ' L ' and show that all harmonics are integral multiples of fundamental frequency.

(b) A spring mass system with $m = 0.02$ kg., spring constant 72 Nm^{-1} and damping constant 0.2 kgs^{-1} is subjected to a harmonic driving force. Calculate its natural frequency and resonant frequency. How do these compare? What is the physical significance of your result?

(c) For gravity waves, the phase velocity is given

by: $v_p = C\lambda^{1/2}$

where C is a constant. Show that group velocity for these waves is half of its phase velocity.

—x—

विज्ञान स्नातक (बी०एस सी०)

सत्रांत परीक्षा

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

समय : 1½ घण्टे

अधिकतम अंक : 25

नोट: सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिये। तथापि, आंतरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिये: (3×5=15)

(क) दो परस्पर लम्बवत आवर्ती दोलन जिनके आयाम क्रमशः

a_1 तथा a_2 है तथा जिनकी आवृत्तियों का अनुपात

1 : 2 है, को अध्यारोपित किया जाता है। यदि इन

दोलनों के बीच प्रारम्भिक कला अंतर शून्य है, तो

परिणामी दोलन का स्वरूप निर्धारित कीजिये।

(ख) एक अवमंदित आवर्ती दोलक निम्नवत् निरूपित किया

जाता है:
$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + kx = 0$$

यदि $m = 0.25 \text{ kg}$, $\gamma = 0.07 \text{ kg/s}$ तथा $k = 85 \text{ N/m}$ हो तो

(i) उसका दोलनकाल, (ii) दोलनों की संख्या जिसके बाद दोलन का आयाम उसके आरम्भिक मान का एक चौथाई हो जाता है, तथा (iii) उसका गुणता कारक परिकलित कीजिये।

(ग) एक महिला रेल की पटरियों के पास खड़ी है। एक रेलगाड़ी उसकी ओर 72 kmh^{-1} चाल से आ रही है। महिला द्वारा अनुभूत रेलगाड़ी की सीटी की आवाज की आभासी आवृत्ति 660 Hz है। सीटी की वास्तविक आवृत्ति परिकलित कीजिये। मान लें कि वायु में ध्वनि की चाल का मान 340 ms^{-1} है। साथ ही, इस परिघटना का नाम बताइये।

(घ) प्रति इकाई लम्बाई द्रव्यमान μ_1 और μ_2 , जिनका अनुपात $1 : 4$ है, वाली दो डोरियाँ एक दूसरे से जुड़ी हैं तथा इन्हें एकसमान तनाव द्वारा तानित किया गया है। इन डोरियों पर अनुप्रस्थ तरंगों के लिए परावर्तन तथा पारगमन आयाम गुणांक परिकलित कीजिये।

(ड) किसी डोरी पर एक आवर्ती तरंग निम्नवत् निरूपित है:

$$y(x, t) = (4.3 \text{ mm}) \sin \left[\frac{2\pi}{0.82 \text{ m}} \left(x + (12 \text{ ms}^{-1})t \right) \right]$$

तरंग का तरंगदैर्घ्य, आवर्तकाल, तरंग संख्या, आवृत्ति तथा संचरण दिशा परिकलित कीजिये।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिये 2×5=10

(क) लम्बाई 'L' वाली एक खुले आर्गन पाइप में अप्रगामी तरंगों का निर्माण समझाइये तथा सिद्ध कीजिये कि इसके सभी संनादी, मूल आवृत्ति के पूर्ण गुणांक होते हैं।

(ख) $m = 0.02 \text{ kg}$, कमानी नियतांक 72 Nm^{-1} तथा अवमंदन नियतांक 0.2 kgs^{-1} वाले एक कमानी द्रव्यमान निकाय पर एक आवर्ती नोदक बल आरोपित किया जाता है। इस निकाय की प्राकृतिक आवृत्ति तथा अनुनाद आवृत्ति परिकलित कीजिये। इन आवृत्तियों की तुलना कीजिये। आपके उत्तर की भौतिक सार्थकता क्या है?

(ग) गुरुत्व तरंगों के कला वेग का व्यंजक है: $v_p = C\lambda^{1/2}$

जहाँ C एक नियतांक है। सिद्ध कीजिये कि इन तरंगों का समूह वेग, उनके कला वेग का आधा होता है।

—x—