02502

No. of Printed Pages : 15 **BPHE-101/PHE-01/BPHE-102/PHE-02**

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination, December, 2018

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, 2018

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 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 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 ।

BPHE-101/PHE-01

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2018

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. You may use log tables or simple calculator. Symbols have their usual meanings.*

---

1. Attempt any ***five*** parts : *5×3=15*

(a) A girl is walking in the rain at a speed of $1{\cdot}2$ ms^{-1} along a straight road. The rain falls on her vertically at a speed of $1{\cdot}4$ ms^{-1}. At what angle to the vertical does the person hold the umbrella so that she does not get wet ?

(b) A ball of mass $0{\cdot}25$ kg moving horizontally with a velocity 20 ms^{-1} is struck by a bat. The duration of contact is 10^{-2} s. After leaving the bat, the ball moves at a speed of 40 ms^{-1} in a direction opposite to the original direction of motion. Calculate the average force exerted by the bat.

(c) A child is sliding down an icy hill with a constant velocity. If the coefficient of kinetic friction is μ_k, show that the slope of the hill is $\theta = \tan^{-1}(\mu_k)$.

(d) A spring is governed by the force law $\vec{F} = -kx^3 \hat{i}$, where k is a constant. Determine the potential energy at $x = x_0$ given that it is zero at $x = 0$.

(e) A diver of mass 40 kg dives from rest from a diving platform at a height of 10 m from the water surface. Calculate her kinetic energy, potential energy and total mechanical energy when she is at a height of 3 m from the water surface. [Take $g = 10 \text{ ms}^{-2}$]

(f) Calculate the height of a geostationary satellite from the surface of the Earth. [Mass of the Earth = $6 \cdot 0 \times 10^{24}$ kg, Radius of the Earth = $6 \cdot 4 \times 10^6$ m, and $G = 6 \cdot 7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$]

(g) Derive the law of equal areas for central forces.

(h) If the only force acting on the two-particle system is the central force of their mutual interaction, show that the angular momentum of the system is conserved.

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

(a) The position vector of a cart moving along a curved path is given by

$$\vec{r} = [(3{\cdot}0\ \text{ms}^{-2})t^2 + 2{\cdot}0\ \text{m}]\,\hat{i} + [(-4{\cdot}0\ \text{ms}^{-2})t^2]\,\hat{j}$$

Obtain the magnitude and direction of the cart's velocity and acceleration at $t = 5{\cdot}0$ s.

(b) State the law of conservation of angular momentum.

A merry-go-round has moment of inertia 4500 kg m^2. It is mounted on a frictionless vertical axle. It is initially rotating at an angular speed of 1 rpm. A girl jumps onto the merry-go-round in the radial direction. If the moment of inertia of the girl is 500 kg m^2, find the angular speed of rotation of the merry-go-round.

(c) Show that the kinetic energy of a two particle system can be written as the sum of the kinetic energy associated with the motion of the centre of mass of the system and of the kinetic energies of the particles with respect to the centre of mass of the system.

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2018

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 ।*

1. कोई ***पाँच*** भागों के उत्तर दीजिए : *5×3=15*

(क) एक लड़की बारिश में एक सीधी सड़क पर $1{\cdot}2\ ms^{-1}$ की चाल से चल रही है । बारिश की बूंदें भूमि के सापेक्ष ऊर्ध्वाधर दिशा में $1{\cdot}4\ ms^{-1}$ की चाल से उस पर गिर रही हैं । उस लड़की को अपना छाता ऊर्ध्वाधर से किस कोण पर रखना चाहिए ताकि वह गीली होने से बच सके ?

(ख) क्षैतिज दिशा में $20\ ms^{-1}$ के वेग से चल रही $0{\cdot}25$ kg द्रव्यमान वाली गेंद को एक बल्ले से मारा जाता है । बल्ले और गेंद की संपर्क अवधि 10^{-2} s है । बल्ला छोड़ने के बाद उस गेंद की चाल अपनी मूल दिशा के विपरीत दिशा में $40\ ms^{-1}$ हो जाती है । बल्ले द्वारा लगाया गया औसत बल परिकलित कीजिए ।

(ग) एक बच्चा एक बर्फीली पहाड़ी पर अचर वेग से फिसल रहा है । यदि गतिक घर्षण गुणांक μ_k हो, तो सिद्ध कीजिए कि पहाड़ी की ढलान निम्नलिखित है :

$$\theta = \tan^{-1}(\mu_k)$$

(घ) एक कमानी पर बल नियम $\vec{F} = -kx^3\,\hat{i}$ लागू होता है, जहाँ k एक अचर है । $x = x_0$ पर स्थितिज ऊर्जा निर्धारित कीजिए, यदि दिया गया हो कि $x = 0$ पर स्थितिज ऊर्जा शून्य है ।

(ङ) द्रव्यमान 40 kg वाली एक गोताखोर पानी की सतह से 10 m की ऊँचाई पर स्थित पटल से, विरामावस्था से गोता लगाती है । पानी की सतह से 3 m की ऊँचाई पर उसकी गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा और कुल यांत्रिक ऊर्जा परिकलित कीजिए । [$g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए]

(च) पृथ्वी की सतह से एक भूस्थावर उपग्रह की ऊँचाई परिकलित कीजिए । [पृथ्वी का द्रव्यमान = $6{\cdot}0 \times 10^{24}$ kg, पृथ्वी की त्रिज्या = $6{\cdot}4 \times 10^{6}$ m और $G = 6{\cdot}7 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ लीजिए]

(छ) केन्द्रीय बलों के लिए समान क्षेत्रफल नियम व्युत्पन्न कीजिए ।

(ज) यदि एक द्वि-कण निकाय पर लग रहा एकमात्र बल उनकी पारस्परिक क्रिया का केन्द्रीय बल हो, तो सिद्ध कीजिए कि निकाय का कोणीय संवेग संरक्षित रहता है ।

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

(क) एक वक्र पथ पर एक ठेले का स्थिति सदिश निम्नलिखित है :

$$\vec{r} = [(3{\cdot}0\ \text{ms}^{-2})t^2 + 2{\cdot}0\ \text{m}]\ \hat{i} + [(-4{\cdot}0\ \text{ms}^{-2})t^2]\ \hat{j}$$

t = 5·0 s पर ठेले के वेग और त्वरण के परिमाण और दिशा प्राप्त कीजिए ।

(ख) कोणीय संवेग संरक्षण नियम का कथन दीजिए ।

एक मेरी-गो-राउंड का जड़त्व आघूर्ण 4500 kg m^2 है । वह एक घर्षणहीन ऊर्ध्वाधर ऐक्सल पर रखा है । आरम्भ में मेरी-गो-राउंड 1 rpm की कोणीय चाल से घूर्णन कर रहा है । एक लड़की त्रिज्य दिशा में मेरी-गो-राउंड पर कूद कर चढ़ जाती है । यदि लड़की का जड़त्व आघूर्ण 500 kg m^2 हो, तो मेरी-गो-राउंड की कोणीय चाल निर्धारित कीजिए ।

(ग) सिद्ध कीजिए कि एक द्वि-कण निकाय की गतिज ऊर्जा, निकाय के संहति केन्द्र की गति से जुड़ी हुई गतिज ऊर्जा और निकाय के संहति केन्द्र के सापेक्ष कणों की गतिज ऊर्जाओं का योगफल होता है ।

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2018

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

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 ***three*** parts : *3×5=15*

(a) A 0·5 kg object is executing simple harmonic motion. Its amplitude is 10 cm and its time period is 0·1 s. Calculate the potential energy and the kinetic energy of the object when it is at 5 cm from the equilibrium position.

(b) In a cathode ray oscilloscope, the displacements of electrons due to two mutually perpendicular and sinusoidally varying voltages applied between the XX and YY plates are given by

$x(t) = 2 \cos 2\pi ft$ and $y(t) = 2 \cos \left[2\pi ft + \frac{\pi}{6}\right]$.

Determine the resultant path of the electron beam on the CRO screen.

(c) A damped harmonic oscillator has the first amplitude of 20 cm. The value of the amplitude reduces to 2 cm after 100 oscillations. If period of oscillations is 4·6 s and the logarithmic decrement is 0·023, calculate the damping factor. Also determine the number of oscillations in which the amplitude drops by 50 percent.

(d) A sinusoidal wave is described by

$$y(x, t) = 3{\cdot}0 \sin (3{\cdot}5\, t - 2{\cdot}01\, x) \text{ cm}$$

Determine the wavelength, frequency and velocity of the wave.

(e) Superposition of two sinusoidal waves travelling in opposite directions on a string fixed at both ends gives rise to a stationary wave represented as

$$y(x, t) = -(1{\cdot}2\ \text{m}) \sin(0{\cdot}40\, x) \cos(200\, t)$$

where x is in meters and t is in seconds. Determine : (i) the wavelength and frequency of the stationary wave and (ii) the position of nodes.

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

(a) What is Compound Pendulum ? Obtain the differential equation of its motion and deduce its time period.

(b) The expression for a weakly damped forced oscillator is

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b\frac{dx}{dt} + \omega_0^2\, x = f_0 \cos \omega t.$$

Show that the amplitude of this oscillator in steady state is given by

$$a(\omega) = \frac{f_0}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4b^2\omega^2]^{1/2}}$$

(c) Two waves travelling along the same line are given by

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

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

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

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2018

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

समय : $1\frac{1}{2}$ घण्टे *अधिकतम अंक : 25*

नोट : ***सभी*** *प्रश्नों के उत्तर दीजिए । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । आप लॉग सारणियों अथवा कैल्कुलेटरों का प्रयोग कर सकते हैं ।*

---

1. कोई ***तीन*** भागों के उत्तर दीजिए : *3×5=15*

(क) एक 0·5 kg का पिंड सरल आवर्त गति करता है । इसका आयाम 10 cm तथा आवर्त काल 0·1 s है । जब यह पिंड अपनी साम्यावस्था से 5 cm दूरी पर है तब इसकी स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा परिकलित कीजिए ।

(ख) एक कैथोड किरण ऑसीलोस्कोप में XX तथा YY प्लेटों के बीच आरोपित, परस्पर लंबवत्, ज्यावक्रीय रूप से परिवर्तित होती दो वोल्टताओं के कारण इलेक्ट्रॉनों का विस्थापन निम्न समीकरणों द्वारा व्यक्त होता है :

$x(t) = 2 \cos 2\pi ft$ तथा $y(t) = 2 \cos \left[2\pi ft + \frac{\pi}{6}\right]$.

ऑसीलोस्कोप के पर्दे पर प्रेक्षित इलेक्ट्रॉन किरण पुंज का परिणामी पथ निर्धारित कीजिए ।

(ग) एक अवमंदित आवर्ती दोलक का प्रथम आयाम 20 cm है । 100 दोलनों के बाद आयाम का मान घटकर 2 cm रह जाता है । यदि दोलनों का आवर्तकाल 4·6 s है और इनका लघुगणकीय अपक्षय 0·023 है, तो अवमंदन गुणक परिकलित कीजिए । यह भी ज्ञात कीजिए कि कितने दोलनों के बाद आयाम 50 प्रतिशत कम हो जाएगा ।

(घ) एक ज्यावक्रीय तरंग निम्नवत् व्यक्त होता है :

$$y(x, t) = 3{\cdot}0 \sin (3{\cdot}5\, t - 2{\cdot}01\, x) \text{ cm}$$

तरंग का तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति तथा वेग ज्ञात कीजिए ।

(ङ) दोनों सिरों पर बंधी एक डोरी पर विपरीत दिशाओं में गतिमान दो ज्यावक्रीय तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न अप्रगामी तरंग निम्नवत् व्यक्त होता है :

$$y(x, t) = -(1 \cdot 2\ m) \sin(0 \cdot 40\ x) \cos(200\ t)$$

जहाँ x मीटर में और t सेकण्ड में है । (i) अप्रगामी तरंग का तरंगदैर्घ्य तथा आवृत्ति और (ii) निस्पंदों का स्थान निर्धारित कीजिए ।

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

(क) पिंड लोलक क्या होता है ? इसकी गति के लिए अवकल समीकरण प्राप्त कीजिए तथा इसके आवर्त काल के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

(ख) किसी दुर्बलतः अवमंदित प्रणोदित दोलक का व्यंजक है :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2b\frac{dx}{dt} + \omega_0^2\, x = f_0 \cos \omega t.$$

सिद्ध कीजिए कि स्थायी अवस्था में इस दोलक के आयाम का व्यंजक निम्न होगा :

$$a(\omega) = \frac{f_0}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4b^2\omega^2]^{1/2}}$$

(ग) एक ही दिशा में संचारित दो तरंगों के व्यंजक हैं

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

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

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