09005

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

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination, June, 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, जून, 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 ।

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 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. Symbols have their usual meanings. You may use log tables or calculators.*

1. Attempt any ***two*** parts : *2×6=12*

(a) (i) What is the force needed to push a 15 kg object up an inclined plane at a constant speed when the plane makes an angle of 30° with the horizontal ? The coefficient of kinetic friction between the object and the plane is 0·3. Draw the free body diagram.

Take $g = 10\ ms^{-2}$. *4+1*

(ii) A particle moves in a circle of radius 1·0 m with a speed given by $v = 2{\cdot}0\ t$ where v is in ms^{-1} and t is in seconds. Calculate the radial acceleration of the particle at $t = 1$ s. *1*

(b) (i) A force $\vec{F} = (x^2\ N)\ \hat{i} - (4y\ N)\ \hat{j}$ (with x in metres) is exerted on a particle. How much work is done on the particle as it moves from (3 m, 2 m) to (0 m, 0 m) ? *4*

(ii) A 1·0 kg ball drops vertically on the floor, hitting it with a speed of 20 ms^{-1}. It rebounds vertically with an initial speed of 10 ms^{-1}. If the ball is in contact with the floor for 0·02 s, what average force is exerted on the floor by the ball ? *2*

(c) A child of mass 20 kg slides down a 6·0 m long slide, which makes an angle of 30° with the horizontal. The coefficient of kinetic friction between the child and the slide is 0·1. If the child is at rest at the top of the slide, what is her speed at the bottom ? How much energy is transferred to thermal energy ?

Take g = 10 ms^{-2}. *4+2*

(d) A merry-go-round with a rotational inertia of 5000 kg m^2 is rotating about its vertical axis with an initial angular speed of 2 rpm. When a girl jumps on to the merry-go-round, the angular speed of the merry-go-round reduces to 1 rpm. Calculate the rotational inertia of the girl using the law of conservation of angular momentum. *6*

2. Attempt any ***one*** part : *1×5=5*

(a) Define conservative force. A planet of the solar system has an elliptical orbit with $a = 5{\cdot}8 \times 10^7$ km, and $e = 0{\cdot}20$. Calculate the total mechanical energy and the aphelion and perihelion distances. It is given that the mass of the planet is $3{\cdot}3 \times 10^{23}$ kg, the mass of the Sun is $2{\cdot}0 \times 10^{30}$ kg and $G = 6{\cdot}67 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$. *1+2+1+1*

(b) Consider a two-body system of equal masses for which the net external force is zero. Reduce the coupled equation of motion of this system into two uncoupled equations in c.m. and relative coordinates. What is the reduced mass of the system ? *4+1*

3. Attempt any ***one*** part : *1×5=5*

(a) A wheel rotating at an angular speed of 20 rad s^{-1} is brought to rest by a constant torque in 4·0 s. If the moment of inertia of the wheel about the axis of rotation is 0·2 kg m^2, calculate the work done by the torque in the first 2 seconds. *5*

(b) A ball of mass m hits another ball of equal mass at rest in an elastic collision. Show that after the collision the two balls move at right angles to each other. *5*

4. Attempt any ***one*** part : *1×3=3*

(a) What are inertial forces ? Draw the free body diagram for an accelerating block on a rough surface in a frame of reference attached to the block. *1+2*

(b) A body weighs 100 N on a spring balance at the North Pole. What would its weight recorded by the same spring balance be at the Equator ?

Take $R_E = 6400$ km and $g = 10\ ms^{-2}$. *3*

बी.पी.एच.ई.-101/पी.एच.ई.-01

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 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 । आप लॉग सारणियों अथवा कैल्कुलेटरों का प्रयोग कर सकते हैं ।*

1. कोई ***दो*** भाग कीजिए : *2×6=12*

(क) (i) एक नत समतल पर अचर वेग से एक 15 kg द्रव्यमान के पिंड को ऊपर की ओर धकेलने के लिए कितना बल आवश्यक होगा, जबकि नत समतल क्षैतिज से 30° के कोण पर है ? पिंड और नत समतल के बीच गतिक घर्षण गुणांक 0·3 है । बल निर्देशक आरेख खींचिए ।
$g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *4+1*

(ii) एक कण त्रिज्या 1·0 m के वृत्त में गतिमान है । उसकी चाल $v = 2{\cdot}0\ t$ है जहाँ v, ms^{-1} में है और t सेकंड में । $t = 1$ s पर कण का त्रिज्य त्वरण परिकलित कीजिए । *1*

(ख) (i) एक कण पर बल $\vec{F} = (x^2\ N)\ \hat{i} - (4y\ N)\ \hat{j}$ (जहाँ x मीटर में है) आरोपित होता है । जब कण (3 m, 2 m) से (0 m, 0 m) तक चलता है तो कण पर कितना कार्य किया जाता है ? *4*

(ii) 1·0 kg की एक गेंद फर्श पर ऊर्ध्वाधरत: गिरती है और उससे 20 ms^{-1} की चाल से टकराती है । वह 10 ms^{-1} की आरंभिक चाल से वापस ऊर्ध्वाधरत: लौटती है । यदि गेंद 0·02 s के लिए फर्श से संपर्क में रहती है, तो गेंद द्वारा फर्श पर कितना औसत बल आरोपित होता है ? *2*

(ग) द्रव्यमान 20 kg की एक बच्ची 6·0 m लंबे स्लाइड पर, जो क्षैतिज से 30° का कोण बनाता है, नीचे की ओर फिसलती है । बच्ची और स्लाइड के बीच गतिज घर्षण गुणांक 0·1 है । यदि स्लाइड के ऊपरी सिरे पर बच्ची विरामावस्था में हो, तो नीचे पहुँचने पर उसकी चाल क्या होगी ? कितनी ऊर्जा तापीय ऊर्जा में रूपांतरित होती है ?

$g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *4+2*

(घ) एक मेरी-गो-राउन्ड जिसका घूर्णी जड़त्व आघूर्ण 5000 kg m^2 है, अपने ऊर्ध्वाधर अक्ष के प्रति 2 rpm की आरंभिक कोणीय चाल से घूर्णन करता है । जब एक बच्ची मेरी-गो-राउन्ड पर कूद कर चढ़ जाती है, तो मेरी-गो-राउन्ड की कोणीय चाल 1 rpm हो जाती है । कोणीय संवेग संरक्षण नियम का उपयोग कर, बच्ची का घूर्णी जड़त्व आघूर्ण परिकलित कीजिए । *6*

2. कोई ***एक*** भाग कीजिए : *1×5=5*

(क) संरक्षी बल की परिभाषा दीजिए । सौर मंडल में एक ग्रह की दीर्घवृत्तीय कक्षा के लिए $a = 5{\cdot}8 \times 10^7$ km और $e = 0{\cdot}20$ है । कुल यांत्रिक ऊर्जा और रवि-उच्च और रवि-नीच दूरियों की गणना कीजिए । दिया गया है : ग्रह का द्रव्यमान $3{\cdot}3 \times 10^{23}$ kg, सूर्य का द्रव्यमान $2{\cdot}0 \times 10^{30}$ kg और $G = 6{\cdot}67 \times 10^{-11}$ $Nm^2 kg^{-2}$ है । *1+2+1+1*

(ख) समान द्रव्यमान वाले दो पिंडों के निकाय पर लग रहा नेट बाह्य बल शून्य है । इस निकाय के युग्मित गति के समीकरण को संहति केंद्र और आपेक्षिक निर्देशांकों में दो अयुग्मित समीकरणों में समानीत कीजिए । निकाय का समानीत द्रव्यमान क्या है ? *4+1*

3. कोई ***एक*** भाग कीजिए : *1×5=5*

(क) 20 rad s^{-1} की कोणीय चाल से घूर्णन करते हुए पहिए को अचर बल-आघूर्ण आरोपित करके 4·0 s में विरामावस्था में लाया जाता है । यदि घूर्णन अक्ष के सापेक्ष पहिए का जड़त्व आघूर्ण 0·2 kg m^2 हो, तो पहले 2 सेकंड में बल-आघूर्ण द्वारा किए गए कार्य की गणना कीजिए । *5*

(ख) द्रव्यमान m की एक गेंद का विरामावस्था में स्थित समान द्रव्यमान वाली गेंद से प्रत्यास्थ संघट्टन होता है । सिद्ध कीजिए कि संघट्टन के बाद दोनों गेंदें एक-दूसरे से समकोण पर गति करती हैं । *5*

4. कोई *एक* भाग कीजिए : *1×3=3*

(क) जड़त्वीय बल क्या होते हैं ? एक त्वरित हो रहे ब्लॉक का जो खुरदरी (रफ) सतह पर गतिमान है, ब्लॉक से जुड़े निर्देश तंत्र में बल निर्देशक आरेख खींचिए । *1+2*

(ख) उत्तरी ध्रुव पर कमानीदार तुला द्वारा एक पिंड का भार 100 N मापा जाता है । भूमध्य रेखा पर उसी तुला द्वारा मापा गया पिंड का भार क्या होगा ?
$R_E = 6400$ km और $g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए । *3*

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2018

BPHE-102/PHE-02 : OSCILLATIONS AND WAVES

Time : $1\frac{1}{2}$ hours *Maximum Marks : 25*

Note : *Answer **all** questions. However, internal choices are given. Marks for each question are indicated against it. You may use calculator.*

1. Answer any ***three*** parts : *3×5=15*

(a) A factory siren has a frequency of 990 Hz. Calculate the frequency heard by a person sitting in a car moving at 72 kmh^{-1} (i) away from the siren and (ii) towards the siren. Take the speed of sound in air as 330 ms^{-1}.

(b) A transverse wave travelling in the positive x-direction is represented as

$$y(x, t) = 5 \sin (4{\cdot}0\ t - 0{\cdot}02\ x)\ cm.$$

Show that the ratio of maximum acceleration of the particles of the medium to their maximum velocity is 4 : 1.

(c) Sound waves travelling in a liquid are incident on a liquid-solid interface. The impedances of the liquid and the solid are $1{\cdot}43 \times 10^6$ N m^{-1} s and $3{\cdot}9 \times 10^7$ N m^{-1} s, respectively. Calculate the percentage of sound energy reflected back into the liquid.

(d) Write down the equation of motion of a damped oscillator and explain the significance of each term in the equation. Write the conditions for heavy, critical and weak damping.

(e) Two mutually perpendicular oscillations have angular frequency ω_0 and amplitudes a_1 and a_2 such that $a_1 > a_2$. If the initial phase difference between these is ϕ, determine the nature of the resultant oscillation obtained on their superposition.

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

(a) The equations of motion of two coupled spring-mass systems (of equal masses) executing longitudinal oscillations are

$$\frac{d^2x_1}{dt^2} + \omega_0^2 x_1 - \omega_s^2 (x_2 - x_1) = 0$$

and

$$\frac{d^2x_2}{dt^2} + \omega_0^2 x_2 - \omega_s^2 (x_2 - x_1) = 0$$

where $\omega_0 = \sqrt{\frac{k'}{m}}$ and $\omega_s = \sqrt{\frac{k}{m}}$ are the natural frequency and coupling frequency of the oscillators.

Decouple these equations and obtain expressions for normal mode frequencies. *2+3*

(b) A spring-mass system with m = 0·01 kg, spring constant k = 36 Nm^{-1} and damping constant γ = 0·5 kg s^{-1} is subject to a harmonic driving force. Calculate its natural frequency and the resonance frequency. How do they compare ? Discuss the physical significance of your result. *1+2+1+1*

(c) Show that only odd integral multiples of fundamental frequency are excited in a closed pipe. *5*

बी.पी.एच.ई.-102/पी.एच.ई.-02

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 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 । आंतरिक विकल्प दिए गए हैं । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं ।*

---

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

   (क) किसी फैक्टरी के सायरन की आवृत्ति 990 Hz है । 72 km प्रति घंटे की चाल से गतिमान कार में बैठे व्यक्ति द्वारा सुनी जाने वाली आवृत्ति परिकलित कीजिए जब (i) कार सायरन से दूर जा रही है तथा (ii) कार सायरन की ओर आ रही है । मान लीजिए कि वायु में ध्वनि की चाल का मान 330 ms^{-1} है ।

   (ख) धनात्मक x-दिशा के अनुदिश गतिमान एक अनुप्रस्थ तरंग को निम्नलिखित व्यंजक द्वारा व्यक्त किया जाता है

   $$y(x, t) = 5 \sin (4{\cdot}0\, t - 0{\cdot}02\, x) \text{ cm}$$

   सिद्ध कीजिए कि माध्यम के कणों के अधिकतम त्वरण तथा अधिकतम वेग का अनुपात 4 : 1 है ।

(ग) तरल माध्यम में संचरित ध्वनि तरंगें एक तरल-ठोस अंतरापृष्ठ पर आपतित होती हैं । तरल एवं ठोस की प्रतिबाधाएँ क्रमशः $1{\cdot}43 \times 10^6\ N\,m^{-1}\,s$ तथा $3{\cdot}9 \times 10^7\ N\,m^{-1}\,s$ हैं । ध्वनि ऊर्जा का कितना प्रतिशत तरल में परावर्तित होता है ?

(घ) एक अवमंदित दोलक का गति समीकरण लिखिए तथा इसमें प्रयुक्त प्रत्येक पद का भौतिक महत्त्व समझाइए । प्रबल, क्रांतिक और दुर्बल अवमंदनों की शर्तें लिखिए ।

(ङ) कोणीय आवृत्ति ω_0 के दो लंब-कोणीय दोलनों के आयाम a_1 तथा a_2 $(a_1 > a_2)$ हैं । यदि इनमें प्रारंभिक कलान्तर ϕ हो, तो इनके अध्यारोपण से प्राप्त परिणामी दोलन की प्रकृति ज्ञात कीजिए ।

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

(क) बराबर द्रव्यमान वाले दो युग्मित कमानी-द्रव्यमान निकायों के गति समीकरण निम्नलिखित हैं :

$$\frac{d^2x_1}{dt^2} + \omega_0^2\, x_1 - \omega_s^2\ (x_2 - x_1) = 0$$

तथा

$$\frac{d^2x_2}{dt^2} + \omega_0^2\, x_2 - \omega_s^2\ (x_2 - x_1) = 0$$

जहाँ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k'}{m}}$ तथा $\omega_s = \sqrt{\frac{k}{m}}$ दोलकों की क्रमशः प्राकृतिक आवृत्ति एवं युग्मित आवृत्ति हैं । इन समीकरणों को अयुग्मित कर प्रसामान्य विधा आवृत्तियों के व्यंजक प्राप्त कीजिए । *2+3*

(ख) एक कमानी-द्रव्यमान निकाय में द्रव्यमान $m = 0{\cdot}01\ kg$, कमानी नियतांक $k = 36\ Nm^{-1}$ तथा अवमंदन नियतांक $\gamma = 0{\cdot}5\ kg\ s^{-1}$ हैं । इस निकाय पर एक आवर्ती नोदक बल आरोपित किया जाता है । इसकी प्राकृतिक आवृत्ति तथा अनुनादी आवृत्ति परिकलित कीजिए । इनके मानों की तुलना कीजिए । अपने परिणाम की भौतिक समीक्षा कीजिए । *1+2+1+1*

(ग) सिद्ध कीजिए कि बन्द पाइप में केवल मूल आवृत्ति की विषम गुणनफल आवृत्तियाँ ही निर्मित होती हैं । *5*