

**B.Sc. I – PHYSICS (First Paper), 2004**  
**(Mechanics, Oscillations and Properties of Matter)**

**Note :** Attempt all questions from Section A, any eight questions from Section B and any two questions from Section C.

खण्ड अ से सभी प्रश्नों से उत्तर दीजिए, खण्ड ब से किन्हीं आठ प्रश्नों एवं खण्ड स से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

**Section A (खण्ड अ)**

**Objective Type Questions (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)**

1. The reference in which the speed of light is  $c$  in all the directions is the :

- (a) Inertial frame (b) Non-inertial frame  
(c) Sun (d) Earth

वह निर्देश फ्रेम जिसमें सभी दिशाओं में प्रकाश की चाल  $c$  होती है :

- (अ) जड़त्वीय फ्रेम (ब) अजड़त्वीय फ्रेम  
(स) सूर्य (द) पृथ्वी

2. Gravitational potential energy is :

- (a) Always positive (b) Always negative  
(c) Either positive or negative (d) Always zero

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का मान होता है :

- (अ) सदैव धनात्मक (ब) सदैव ऋणात्मक  
(स) धनात्मक अथवा ऋणात्मक कुछ भी (द) सदैव शून्य

3. Gravitational field at the centre of a sphere is :

- (a)  $GM/r$  (b)  $-GM/r^2$   
(c) Zero (d)  $GM$

ठोस गोले के अन्दर गुरुत्वीय क्षेत्र का मान होता है :

- (अ)  $GM/R$  (ब)  $-GM/r^2$   
(स) शून्य (द)  $GM$

4. A shot fired from a gun strikes a block and gets impinged in it. The physical quantity conserved is :

- (a) Angular momentum (b) Momentum  
(c) Kinetic energy (d) Force

एक गोली एक गुटके से आकर टकराती है तथा उसमें धँस जाती है। कौन-सी भौतिक राशि संरक्षित होगी :

- (अ) कोणीय संवेग (ब) संवेग (स) गतिज ऊर्जा (द) बल

5. If the effective length of a simple pendulum is infinite. Its time period will be :

- (a) 84.6 min (b) 1 hour (c) Zero (d) Infinite

यदि सरल लोलक की प्रभावी लम्बाई अनन्त हो, तो उसका आवर्तकाल होगा :

- (अ) 84.6 मिनट (ब) 1 घण्टा (स) शून्य (द) अनन्त

6. If the quality factor of the oscillator is large, it implies that :

- (a) Damping is low (b) Damping is high  
(c) Damping is Infinite (d) Damping is zero

यदि दोलित्र का विशेषता गुणांक अधिक है, तो इसका तात्पर्य है कि :

- (अ) अवमंदन कम है (ब) अवमंदन अधिक है (स) अवमंदन अनन्त है (द) अवमंदन शून्य है

7. In relation  $Y = \frac{9K\eta}{AK + \eta}$  the unknown  $A$  is :

सूत्र  $Y = \frac{9K\eta}{AK + \eta}$  में अज्ञात का  $A$  मान है :

- (अ) 2 (ब) 3 (स) 1 (द) 6

8. When  $10^3$  small water droplets combine to form one big drop, the surface energy is :

- (a) Remains unchanged (b) Zero  
(c) Increases (d) Decreases

जल की  $10^3$  छोटी बूँदें मिलकर एक बड़ी बूँद बनाती है, इस प्रक्रिया में पृष्ठ ऊर्जा :

- (अ) अपरिवर्तित रहती है (ब) शून्य रहती है  
(स) बढ़ती है (द) घटती है

9. Water flowing in a wider tube when passes into the narrower tube, its velocity :

- (a) Decreases (b) Remains unchanged  
(c) Increases (d) Nothing can be said

चौड़ी नली में से प्रवाहित हो रहा प्रवाह जब पतली नली में प्रवेश करता है तो उसका वेग :

- (अ) घट जाता है (ब) समान रहता है  
(स) बढ़ जाता है (द) कुछ नहीं कहा जा सकता है

10. The vibrations of the diaphragm of a microphone are :

- (a) Free vibration (b) Damped vibration  
(c) Resonant vibration (d) Forced vibration

माइक्रोफोन के पर्दे के कम्पन होते हैं :

- (अ) मुक्त कम्पन (ब) अवमन्दित कम्पन (स) अनुनादीय कम्पन (द) प्रणोदित कम्पन

### Section B (खण्ड ब)

#### Short Answer Questions (लघु-उत्तरीय प्रश्न)

1. What are coriolis forces? Deduce coriolis theorem and explain the different terms. Give any two examples of coriolis force.

कोरियोलिस बल क्या है? कोरियोलिस प्रमेय का निगमन कीजिए तथा विभिन्न पदों की व्याख्या कीजिए। कोरियोलिस बल के कोई दो उदाहरण दीजिए।

2. Prove that a conservative force can be expressed as

$$\vec{F} = -\text{Grad } u$$

where  $u$  is the potential energy and Curl of a conservative force is zero.

सिद्ध कीजिए कि संरक्षी बल को निम्न प्रकार व्यक्त कर सकते हैं :

$$\vec{F} = -\text{Grad } u$$

जहाँ पर  $u$  स्थितिज ऊर्जा है तथा यह भी सिद्ध कीजिए कि संरक्षी बल का कर्ल शून्य होता है।

3. Show that in a head-on collision between two particles the transference of energy is maximum when their mass ratio is unity.

सिद्ध कीजिए कि दो पिण्डों के प्रत्यास्थ संघट्ट में ऊर्जा वितरण उस समय अधिकतम होता है जब उनके द्रव्यमान बराबर होते हैं।

4. Deduce an expression for the period  $T$  of an earth satellite orbiting in a circular path at height  $nR$  from earth's surface, where  $R$  is earth's radius. Compute the value of  $n$  which makes  $T$  equal to 1 day, given that  $T = 1.5$  hours for  $n = 0$ .

पृथ्वी के उस उपग्रह का परिक्रमण काल  $T$  ज्ञात कीजिए जो पृथ्वी तल से  $nR$  ऊँचाई पर वृत्तीय पथ में चक्कर लगा रहा है, जहाँ  $R$  पृथ्वी की त्रिज्या है।  $n$  का वह मान ज्ञात कीजिए जो  $T$  को 1 दिन के बराबर कर दे। दिया है  $n = 0$  के लिए  $T = 1.5$  घण्टे।

5. A body is executing torsional oscillation about a wire of torsional rigidity  $c$ . If the total energy of oscillations is conserved and the moment of inertia of the body about the axis of rotation is  $I$ , Show that the angular velocity  $\frac{d\theta}{dt}$  at the displacement  $\theta$  is given by :

$$\frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{c}{I}} \sqrt{\frac{2}{c} - \theta^2}$$

एक पिंड  $c$  ऐंठन दृढ़ता के तार के सापेक्ष ऐंठन दोलन कर रहा है। यदि दोलनों की सम्पूर्ण ऊर्जा संरक्षी है और घूर्णन अक्ष के सापेक्ष पिण्ड का जड़त्व आघूर्ण  $I$  है तो सिद्ध कीजिए कि कोणीय विस्थापन  $\theta$  पर कोणीय वेग  $\frac{d\theta}{dt}$  का मान निम्नवत होगा :

$$\frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{c}{I}} \sqrt{\frac{2}{c} - \theta^2}$$

6. A smooth straight tunnel is bored through earth at  $45^\circ$  latitude. Discuss the motion of a smooth mass  $m$  dropped into this tunnel.

$45^\circ$  अक्षांश पर एक चिकनी सीधी सुरंग पृथ्वी के आर-पार खोदी गई है किसी चिकने द्रव्यमान  $m$ , जो इस सुरंग में डाला गया है, की गति की विवेचना कीजिए।

7. A particle is oscillating under a damping force. Show that the power dissipation is  $P = \frac{E_a}{\tau}$ , where  $E_a$  is the average energy and  $\tau$  is the relaxation time. What happens to the dissipated energy ? <http://www.upadda.com>

एक कण किसी अवमंदन बल के प्रभाव में दोलन कर रहा है। दिखाइए कि शक्ति क्षय  $P = \frac{E_a}{\tau}$  है, जहाँ  $E_a$  माध्य ऊर्जा है तथा  $\tau$  श्रान्तिकाल है। क्षय हुई ऊर्जा कहाँ जाती है ?

8. Define quality factor and bandwidth of the sharpness of resonance, Obtain quality factor for a driven harmonic oscillator at resonance.

विशेषता गुणांक तथा अनुनाद की तीक्ष्णता की बैंड चौड़ाई की परिभाषा दीजिए। किसी प्रणोदित आवर्त दोलक के लिए अनुनाद होने पर विशेषता गुणांक ज्ञात कीजिए।

9. Prove that :

$$(i) K = \frac{Y}{3(1-2\sigma)}$$

$$(ii) \eta = \frac{Y}{2(1+\sigma)}$$

Where  $Y$  is Young's modulus,  $K$  is bulk modulus,  $\eta$  is modulus of rigidity and  $\sigma$  is Poisson's ratio.

सिद्ध कीजिए कि :

$$(i) K = \frac{Y}{3(1-2\sigma)}$$

$$(ii) \eta = \frac{Y}{2(1+\sigma)}$$

जहाँ पर  $Y$  यंग प्रत्यास्थता गुणांक,  $K$  आयतन प्रत्यास्थता गुणांक  $\eta$  दृढ़ता गुणांक तथा  $\sigma$  प्वाँयसां अनुपात है।

10. Explain, why ?

(i) The steel is more elastic than rubber.

(ii) The steel girders are manufactured with their section in the form of I.

निम्नलिखित के कारण समझाइये :

(i) रबर की अपेक्षा लोहा अधिक प्रत्यास्थ है।

(ii) इस्पात के गर्डर की काट अंग्रेजी के अक्षर I के आकार की होती है।

11. Show that the total viscous resistance of a liquid flowing through a number of capillary tubes in series and in parallel is subject to laws similar to these for electrical resistances in series and in parallel respectively.

दिखाइए की कई केशनलियाँ जो श्रेणीक्रम तथा समानान्तर क्रम में जुड़े हैं, से बहने वाले द्रव : श्यानता प्रतिरोध पर ठीक उसी तरह से निम्न लागू होते हैं जो विद्युत प्रतिरोधों पर क्रमशः श्रेणीक्रम तथा समानान्तर क्रम में लागू होते हैं।

12. What amount of work is needed against surface tension. When a water drop of diameter 0.2 cm. splits into 27000 drops of equal Volume ? Surface tension of water =  $7 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$ .

0.2 सेमी. व्यास की पानी की एक बूँद को 27000 समान आयतन की बूँदों में विभक्त करने पृष्ठ तनाव के विरुद्ध कितना कार्य करना पड़ेगा ? पानी का पृष्ठ तनाव =  $7 \times 10^{-2}$  न्यूटन/मीटर।

### Section C (खण्ड स)

#### Long-answer Questions (दीर्घ-उत्तरीय प्रश्न)

1. (a) State and prove theorem of perpendicular axis. Calculate the moment of inertia of a solid sphere about diameter and tangent.

(b) If the flat surface of a hemisphere of radius  $r$  is cemented to one flat face of a cylinder of radius  $r$  and length  $L$ . If total mass is  $M$ , then find the moment of inertia of the system about the axis of the cylinder.

(अ) लम्बवत् अक्षों का प्रमेय लिखिए तथा सिद्ध कीजिए। एक ठोस गोले का जड़त्व आघूर्ण व्यास तथा स्पर्श रेखा के सापेक्ष ज्ञात कीजिए।

(ब)  $r$  त्रिज्या के गोलार्ध के समतल पृष्ठ को  $r$  त्रिज्या व  $L$  लम्बाई के बेलन के समतल पृष्ठ से जोड़ दिया गया है। यदि कुल द्रव्यमान  $M$  हो, तो इस निकाय का जड़त्व आघूर्ण बेलन की अक्ष के परितः ज्ञात कीजिए।

2. (a) Find the potential and attraction due to a spherical shell at a point  $P$  when :

(i)  $P$  is outside the spherical shell.

(ii)  $P$  is on the surface of the shell.

(iii)  $P$  is inside the shell.

(b) A rocket is fired vertically velocity  $V_0$ . Prove that its velocity  $V$  at height  $h$  is given by :

$$V^2 = V_0^2 - \frac{2gh}{\left(1 + \frac{n}{R}\right)}$$

where  $R$  is the radius of earth. If rocket is fired with 90% of escape velocity, find the maximum height reached by the rocket.

(अ) किसी बिन्दु  $P$  पर गोलीय कोश के कारण विभव तथा आकर्षण ज्ञात कीजिए। जबकि :

(i)  $P$  गोलीय कोश के बाहर है।

(ii)  $P$  गोलीय कोश के पृष्ठ पर है।

(iii)  $P$  गोलीय कोश के अन्दर है।

(ब) एक रॉकेट ऊर्ध्व दिशा से  $V_0$  वेग से रवाना होता है। सिद्ध कीजिए कि  $h$  ऊँचाई पर उसका वेग  $V$  निम्न सूत्र से व्यक्त होगा :

$$V^2 = V_0^2 - \frac{2gh}{\left(1 + \frac{n}{R}\right)}$$

जहाँ  $R$  पृथ्वी की त्रिज्या है। यदि रॉकेट पलायन वेग की 90% चाल से छोड़ा जाता है तो बताइए कि वह कितनी अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचेगा।

3. (a) Explain Lissajous figures when two simple harmonic oscillations of the frequency ratio 2 : 1 and phase difference varying between 0 and  $\pi/2$  superpose.

(b) The ratio of Intensities of the two waves is  $\beta$ . Show that in their interference pattern :

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{2\sqrt{\beta}}{\beta + 1}$$

(अ) लिस्साजू आकृतियों का वर्णन कीजिए जब दो सरल आवर्त कम्पनों की आवृत्ति का अनुपात 2 : 1 है तथा उनके बीच कलान्तर 0 से  $\pi/2$  तक बदलता है।

(ब) दो तरंगों की तीव्रताओं में अनुपात  $\beta$  है। सिद्ध करो कि इनके व्यतिकरण प्रतिरूप में :

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{2\sqrt{\beta}}{\beta + 1}$$

4. (a) A cylindrical rod has length  $l$  and radius  $r$ . Its upper end is rigidly fixed while the lower end is acted upon by a torque. Find an expression for the torsional rigidity.

(b) When 0.5 kg load is suspended at free end 1.0 metre long cantilever, it is depressed through 5 mm. Find the depression at 40 cm distance from the fixed end when a 5 kg load is suspended at (i) the free end (ii) 40 cm from the fixed end.

(अ) एक बेलनाकार छड़ की लम्बाई  $l$  है तथा त्रिज्या  $r$  है इसका ऊपरी सिरा कसा है तथा नीचे के सिरे पर एक बल आघूर्ण कार्य करता है। छड़ की मरोड़ी दृढ़ता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ब) 1.0 मी० लम्बे केण्टीलीवर के स्वतंत्र सिरे पर 0.5 kg. का भार लटकाने से अवनमन 5 मिमी० आता है। जब 5 kg. भार को (i) स्वतंत्र सिरे पर (ii) स्थिर सिरे से 40 सेमी० दूर लटकाते हैं तो स्थिर सिरे से 40 सेमी० की दूरी पर अवनमन क्या होगा ?