

## DPP No. : B32 (JEE-MAIN)

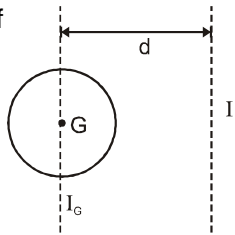
**Total Marks : 60**

**Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.20**

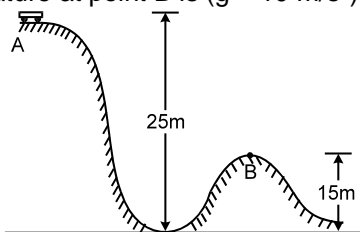
**Max. Time : 40 min.**

**(3 marks 2 min.)**

**[60, 40]**

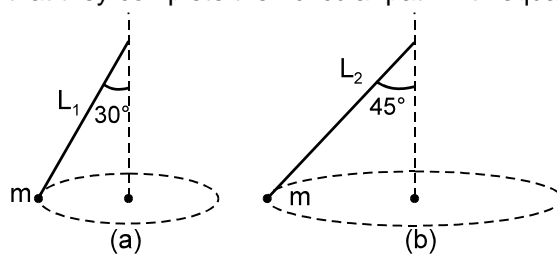
1. Write the theorem of parallel axes for the given figure, where G is the centre of mass of the body :  
 (A)  $I = I_G - Md^2$   
 (B)  $I = I_G + Md^2$   
 (C)  $I + I_G = Md^2$   
 (D)  $I_G = I + Md^2$
- 
2. The moment of inertia of a thin scale of length L and mass M about an axis passing through the centre of mass and perpendicular to its length would be  
 (A)  $\frac{ML^2}{12}$                       (B)  $\frac{ML^2}{4}$                       (C)  $\frac{ML^2}{3}$                       (D)  $ML^2$
  3. The moment of inertia of a solid sphere of mass M and radius R about a tangential axis is  
 (A)  $\frac{5}{3}MR^2$                       (B)  $\frac{2}{5}MR^2$                       (C)  $\frac{2}{3}MR^2$                       (D)  $\frac{7}{5}MR^2$
  4. The moment of inertia of solid sphere is  $20 \text{ kg-m}^2$  about the diameter. The moment of inertia about any tangent will be :  
 (A)  $70 \text{ kg-m}^2$                       (B)  $35 \text{ kg-m}^2$                       (C)  $50 \text{ kg-m}^2$                       (D)  $20 \text{ kg-m}^2$
  5. A wheel of mass 10 kg has a moment of inertia of  $160 \text{ kg m}^2$  about its own axis, the radius of gyration will be :  
 (A) 10 m                      (B) 8 m                      (C) 6 m                      (D) 4 m
  6. From the theorem of perpendicular axes. If the lamina is in X- Y plane  
 (A)  $I_x - I_y = I_z$                       (B)  $I_x + I_z = I_y$                       (C)  $I_x + I_y = I_z$                       (D)  $I_y + I_z = I_x$
  7. The moment of inertia of a thin ring of mass M and radius R about its diameter is  
 (A)  $\frac{1}{2}MR^2$                       (B)  $\frac{3}{2}MR^2$                       (C)  $MR^2$                       (D)  $2MR^2$
  8. The rotational kinetic energy of a rigid body of mass m rotating about a fixed axis with angular velocity  $\omega$  having I as moment of inertia about that axis, is :  
 (A)  $\frac{1}{2}m\omega^2$                       (B)  $\frac{1}{2}I \alpha^2$                       (C)  $\frac{1}{2}I\omega^2$                       (D)  $\frac{1}{2}mv^2$
  9. The moment of inertia of a uniform thin rod of length L and mass M about an axis passing through a point at a distance of L/3 from one of its ends and perpendicular to the rod is  
 (A)  $\frac{7ML^2}{48}$                       (B)  $\frac{ML^2}{9}$                       (C)  $\frac{ML^2}{12}$                       (D)  $\frac{ML^2}{3}$
  10. Two rings have their moments of inertia in the ratio 2 : 1 and their diameters are in the ratio 2 : 1. The ratio of their masses will be  
 (A) 2 : 1                      (B) 1 : 2                      (C) 1 : 4                      (D) 1 : 1
  11. One circular ring and one circular disc, both are having the same mass and radius. The ratio of their moments of inertia about the axes passing through their centres and perpendicular to their planes. will be  
 (A) 1 : 1                      (B) 2 : 1                      (C) 1 : 2                      (D) 4 : 1

12. A 1.0kg ball drops vertically into a floor from a height of 25 cm. It rebounds to a height of 4cm. The coefficient of restitution for the collision is -  
 (A) 0.16 (B) 0.32 (C) 0.40 (D) 0.56
13. If the angle between two vectors is  $30^\circ$ , then  $\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A} \times \vec{B}|}$  is :  
 (A)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$   
 (B)  $\sqrt{3}$   
 (C) 1  
 (D) cannot be determined because values of  $|\vec{A}|$  and  $|\vec{B}|$  are not given .
14. A body of mass 2kg travels according to the law  $x(t) = pt + qt^2 + rt^3$  where  $p = 3\text{ms}^{-1}$ ,  $q = 4\text{ms}^{-2}$  and  $r = 5\text{ms}^{-3}$ . The force acting on the body at  $t = 2$  seconds is  
 (A) 136 N (B) 134 N (C) 158 N (D) 68 N
15. A body with mass 5 kg is acted upon by a force  $\vec{F} = (-3\hat{i} + 4\hat{j})\text{N}$ . If its initial velocity at  $t = 0$  is  $\vec{v} = 6\hat{i} - 12\hat{j}\text{ms}^{-1}$ , the time at which it will just have a velocity along the y-axis is :  
 (A) never (B) 10 s (C) 2 s (D) 15 s
16. A car is moving on a plane inclined at  $30^\circ$  to the horizontal with an acceleration of  $9.8\text{ m/s}^2$  parallel to the plane upward. A bob is suspended by a string from the roof. The angle in degrees which the string makes with the vertical is : (Assume that the bob does not move relative to car) [ $g = 9.8\text{ m/s}^2$ ]  
 (A)  $20^\circ$  (B)  $30^\circ$  (C)  $45^\circ$  (D)  $60^\circ$
17. The density of a non-uniform rod of length 1m is given by  $\rho(x) = a(1+bx^2)$  where  $a$  and  $b$  are constants and  $0 \leq x \leq 1$ . The centre of mass of the rod will be at  
 (A)  $\frac{3(2+b)}{4(3+b)}$  (B)  $\frac{4(2+b)}{3(3+b)}$  (C)  $\frac{3(3+b)}{3(2+b)}$  (D)  $\frac{4(3+b)}{3(2+b)}$
18. Figure shows the roller coaster track. Each car will start from rest at point A and will roll with negligible friction. It is important that there should be at least some small positive normal force exerted by the track on the car at all points, otherwise the car would leave the track. With the above fact, the minimum safe value for the radius of curvature at point B is ( $g = 10\text{ m/s}^2$ ) :



- (A) 20 m (B) 10 m (C) 40 m (D) 25 m
19. The angular velocity of a rigid body about any point of that body is same:  
 (A) only in magnitude  
 (B) only in direction  
 (C) both in magnitude and direction necessarily  
 (D) both in magnitude and direction about some points, but not about all points.

20. Two particles tied to different strings are whirled in a horizontal circle as shown in figure. The ratio of lengths of the strings so that they complete their circular path with equal time period is:



(A)  $\sqrt{\frac{3}{2}}$

(B)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$

(C) 1

(D) None of these

## DPP No. : B32 (JEE-MAIN)

**Total Marks : 60**

**Single choice Objective ('-1' negative marking) Q.1 to Q.20**

**Max. Time : 40 min.**

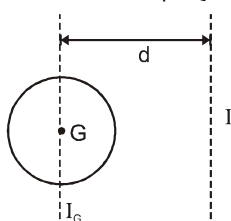
**(3 marks 2 min.)**

**[60, 40]**

### ANSWER KEY OF DPP No. : B32

1. (B)	2. (A)	3. (D)	4. (A)	5. (D)	6. (C)	7. (A)
8. (C)	9. (B)	10. (B)	11. (B)	12. (C)	13. (B)	14. (A)
15. (B)	16. (B)	17. (A)	18. (A)	19. (C)	20. (B)	

1. Write the theorem of parallel axes for the given figure, where G is the centre of mass of the body :  
दिये गये चित्र के लिए समान्तर अक्षों की प्रमेय लिखो। यहाँ G वस्तु का द्रव्यमान केन्द्र है :



(A)  $I = I_G - Md^2$

(B\*)  $I = I_G + Md^2$

(C)  $I + I_G = Md^2$

(D)  $I_G = I + Md^2$

**Sol.**  $I = I_G + Md^2$

2. The moment of inertia of a thin scale of length L and mass M about an axis passing through the centre of mass and perpendicular to its length would be  
M द्रव्यमान तथा L लम्बाई वाले पतले पैमाने का उसकी लम्बाई के लम्बवत् तथा द्रव्यमान केन्द्र से परित अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण होगा।

(A\*)  $\frac{ML^2}{12}$

(B)  $\frac{ML^2}{4}$

(C)  $\frac{ML^2}{3}$

(D)  $ML^2$

**Sol.**  $I = \frac{ML^2}{12}$

3. The moment of inertia of a solid sphere of mass M and radius R about a tangential axis is  
M द्रव्यमान व R त्रिज्या का एक ठोस गोले का इसके पृष्ठ को स्पर्श करती हुई अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण का मान होता है।

(A)  $\frac{5}{3}MR^2$

(B)  $\frac{2}{5}MR^2$

(C)  $\frac{2}{3}MR^2$

(D\*)  $\frac{7}{5}MR^2$

**Sol.**  $I = \frac{2}{5}MR^2 + MR^2 = \frac{7}{5}MR^2$

4. The moment of inertia of solid sphere is  $20 \text{ kg-m}^2$  about the diameter. The moment of inertia about any tangent will be :

किसी ठोस गोले का व्यास के परित: जड़त्व आघूर्ण  $20 \text{ kg-m}^2$  है। गोले के स्पर्श रेखा के परित: जड़त्व आघूर्ण होगा।

(A\*)  $70 \text{ kg-m}^2$

(B)  $35 \text{ kg-m}^2$

(C)  $50 \text{ kg-m}^2$

(D)  $20 \text{ kg-m}^2$

**Sol.**  $I = \frac{2}{5}MR^2 = 20 \text{ kg-m}^2$

$I' = \frac{7}{5}MR^2 = 70 \text{ kg-m}^2$

5. A wheel of mass 10 kg has a moment of inertia of  $160 \text{ kg m}^2$  about its own axis, the radius of gyration will be :

10 kg द्रव्यमान के एक पहिये का इसकी अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण  $160 \text{ kg m}^2$  है। इसकी घूर्णन त्रिज्या होगी।

- (A) 10 m (B) 8 m (C) 6 m (D\*) 4 m

6. From the theorem of perpendicular axes. If the lamina is in X- Y plane

लम्बवत् अक्षों के प्रमेय से यदि पटल X-Y तल में हो तो—

- (A)  $I_x - I_y = I_z$  (B)  $I_x + I_z = I_y$  (C\*)  $I_x + I_y = I_z$  (D)  $I_y + I_z = I_x$

**Sol.**  $I_x + I_y = I_z$

7. The moment of inertia of a thin ring of mass M and radius R about its diameter is

एक M द्रव्यमान तथा R त्रिज्या की पतले वलय की तल में स्थित व्यास के परितः जड़त्व आघूर्ण होता है—

- (A\*)  $\frac{1}{2}MR^2$  (B)  $\frac{3}{2}MR^2$  (C)  $MR^2$  (D)  $2MR^2$

**Sol.** using perpendicular axis theorem

लम्बवत् अक्षों की प्रमेय से

$I = \frac{1}{2}MR^2$

8. The rotational kinetic energy of a rigid body of mass m rotating about a fixed axis with angular velocity  $\omega$  having I as moment of inertia about that axis, is :

m द्रव्यमान की दृढ़ वस्तु स्थिर अक्ष के सापेक्ष  $\omega$  कोणीय वेग से घूर्णन कर रही है। यदि इसका घूर्णन अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण I हो तो पिण्ड की घूर्णन गतिज ऊर्जा है—

- (A)  $\frac{1}{2}m\omega^2$  (B)  $\frac{1}{2}I\alpha^2$  (C\*)  $\frac{1}{2}I\omega^2$  (D)  $\frac{1}{2}mv^2$

**Sol.**  $\frac{1}{2}I\omega^2$

9. The moment of inertia of a uniform thin rod of length L and mass M about an axis passing through a point at a distance of L/3 from one of its ends and perpendicular to the rod is

एकसमान पतली छड़ की लम्बाई L तथा द्रव्यमान M हैं। इस छड़ का इसके एक सिरे से L/3 दूरी पर स्थित बिन्दु से गुजरने वाली तथा छड़ के लम्बवत् अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण होगा

- (A)  $\frac{7ML^2}{48}$  (B\*)  $\frac{ML^2}{9}$  (C)  $\frac{ML^2}{12}$  (D)  $\frac{ML^2}{3}$

**Sol.**  $I = \frac{ML^2}{12} + m\left(\frac{L}{3}\right)^2 = \frac{ML^2}{9}$

10. Two rings have their moments of inertia in the ratio 2 : 1 and their diameters are in the ratio 2 : 1. The ratio of their masses will be

दो वलयों के जड़त्व आघूर्ण का अनुपात 2 : 1 है तथा उनके व्यास का अनुपात 2 : 1 है। इन वलयों के द्रव्यमानों का अनुपात होगा।

- (A) 2 : 1 (B\*) 1 : 2 (C) 1 : 4 (D) 1 : 1

**Sol.**  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{M_1 R_1^2}{M_2 R_2^2} = 2 : 1$

$\frac{M_1}{M_2} = 1 : 2$

11. One circular ring and one circular disc, both are having the same mass and radius. The ratio of their moments of inertia about the axes passing through their centres and perpendicular to their planes. will be

एक वृत्ताकार वलय एवं एक वृत्ताकार चकती दोनों के द्रव्यमान एवं त्रिज्याएँ समान हैं। इनके तलों के लम्बवत् एवं केन्द्रों से गुजरने वाले अक्षों के परितः जड़त्व आघूर्णों का अनुपात है।

(A) 1 : 1 (B\*) 2 : 1 (C) 1 : 2 (D) 4 : 1

Sol. 
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{MR^2}{\frac{MR^2}{2}} = 2 : 1$$

12. A 1.0kg ball drops vertically into a floor from a height of 25 cm. It rebounds to a height of 4cm. The coefficient of restitution for the collision is -

1.0kg द्रव्यमान वाली गेंद किसी फर्श पर 25 cm की ऊँचाई से उर्ध्वाधर गिरती है। वह 4cm की ऊँचाई तक वापस उछलती है। टक्कर का प्रत्यावस्थान गुणांक है—

(A) 0.16 (B) 0.32 (C\*) 0.40 (D) 0.56

Sol. Velocity just before collision =  $u = \sqrt{2gh} = \sqrt{5}$  m/s

टक्कर के ठीक पहले वेग =  $u = \sqrt{2gh} = \sqrt{5}$  m/s

velocity just after collision =  $v = \sqrt{2gh'} = \sqrt{0.8}$  m/s

टक्कर के ठीक पश्चात् वेग =  $v = \sqrt{2gh'} = \sqrt{0.8}$  m/s

$$e = \frac{v}{u} = 0.4$$

13. If the angle between two vectors is  $30^\circ$ , then  $\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A} \times \vec{B}|}$  is :

यदि दो सदिश के बीच कोण  $30^\circ$  हो तो  $\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A} \times \vec{B}|}$  का मान होगा :

(A)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$

(B\*)  $\sqrt{3}$

(C) 1

(D) cannot be determined because values of  $|\vec{A}|$  and  $|\vec{B}|$  are not given .

ज्ञात नहीं किया जा सकता क्योंकि  $|\vec{A}|$  तथा  $|\vec{B}|$  का परिमाण नहीं दिया गया है।

14. A body of mass 2kg travels according to the law  $x(t) = pt + qt^2 + rt^3$  where  $p = 3\text{ms}^{-1}$ ,  $q = 4\text{ms}^{-2}$  and  $r = 5\text{ms}^{-3}$ .

The force acting on the body at  $t = 2$  seconds is

(A\*) 136 N (B) 134 N (C) 158 N (D) 68 N

2kg द्रव्यमान का कोई पिंड समीकरण  $x(t) = pt + qt^2 + rt^3$  के अनुसार गति करते हैं, यहाँ  $p = 3\text{ms}^{-1}$ ,  $q = 4\text{ms}^{-2}$  और  $r = 5\text{ms}^{-3}$  है।

$t = 2\text{s}$  पर पिंड पर लगने वाला बल है—

(A\*) 136 N (B) 134 N (C) 158 N (D) 68 N

15. A body with mass 5 kg is acted upon by a force  $\vec{F} = (-3\hat{i} + 4\hat{j})\text{N}$ . If its initial velocity at  $t = 0$  is  $\vec{v} = 6\hat{i} - 12\hat{j} \text{ ms}^{-1}$ , the time at which it will just have a velocity along the y-axis is :

(A) never (B\*) 10 s (C) 2 s (D) 15 s

5kg द्रव्यमान के किसी पिंड पर कोई बल  $\vec{F} = (-3\hat{i} + 4\hat{j})\text{N}$  कार्य कर रहा है। यदि  $t = 0$  पर पिंड का प्रारंभिक वेग

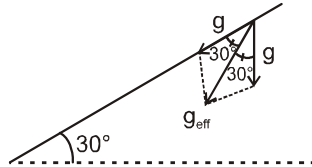
$\vec{v} = 6\hat{i} - 12\hat{j} \text{ ms}^{-1}$  हो, तो वह समय जब इसका वेग केवल y अक्ष के अनुदिश होगा, है—

(A) कभी नहीं (B\*) 10s (C) 2 s (D) 15 s

16. A car is moving on a plane inclined at  $30^\circ$  to the horizontal with an acceleration of  $9.8 \text{ m/s}^2$  parallel to the plane upward. A bob is suspended by a string from the roof. The angle in degrees which the string makes with the vertical is : (Assume that the bob does not move relative to car) [ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ]  
 $30^\circ$  कोण वाले एक नत तल पर एक कार नत तल के समान्तर ऊपर की ओर  $9.8 \text{ m/s}^2$  के त्वरण से गति कर रही है। कार की छत से डोरी द्वारा एक लोलक (bob) लटका हुआ है। डोरी द्वारा ऊर्ध्वाधर के साथ बनाया गया कोण (डिग्री में) क्या होगा : (माना लोलक (bob), कार के सापेक्ष गति नहीं करता है) [ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ]

(A)  $20^\circ$  (B\*)  $30^\circ$  (C)  $45^\circ$  (D)  $60^\circ$

- Sol. From frame of car, the effective acceleration ( $g_{\text{eff}}$ ) due to gravity shall be measured as shown in figure. Hence  $g_{\text{eff}}$  makes an angle  $30^\circ$  with vertical direction (down wards). Since the string aligns with direction of  $g_{\text{eff}}$  in equilibrium, the required angle is  $\theta = 30^\circ$ .  
कार के निर्देश तन्त्र से, प्रभावी गुरुत्वीय त्वरण ( $g_{\text{eff}}$ ) दिखाये गये चित्र के अनुसार नापा जायेगा। इसलिए  $g_{\text{eff}}$  ऊर्ध्वाधर दिशा (नीचे की ओर) से  $30^\circ$  का कोण बनाता है। चूंकि रस्सी साम्यावस्था में  $g_{\text{eff}}$  की दिशा में अपने आप को व्यवस्थित कर लेती है, इसलिये आवश्यक कोण  $\theta = 30^\circ$  होगा।

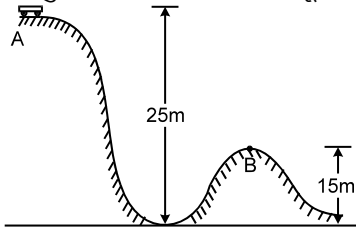


17. The density of a non-uniform rod of length 1m is given by  $\rho(x) = a(1+bx^2)$  where  $a$  and  $b$  are constants and  $0 \leq x \leq 1$ . The centre of mass of the rod will be at 1m लंबी किसी असमरूप छड़ का घनत्व इस प्रकार व्यक्त किया गया है  $\rho(x) = a(1+bx^2)$  यहाँ  $a$  तथा  $b$  स्थिरांक हैं तथा  $0 \leq x \leq 1$  है। इस छड़ का द्रव्यमान का केन्द्र होगा

(A\*)  $\frac{3(2+b)}{4(3+b)}$  (B)  $\frac{4(2+b)}{3(3+b)}$  (C)  $\frac{3(3+b)}{3(2+b)}$  (D)  $\frac{4(3+b)}{3(2+b)}$

- Sol. When  $b \rightarrow 0$ , the density becomes uniform and hence the centre of mass is at  $x = 0.5$ . Only option (A) tends to 0.5 as  $b \rightarrow 0$   
जब  $b \rightarrow 0$ , घनत्व एक समान हो जाता है और इसलिए द्रव्यमान केन्द्र  $x = 0.5$  पर होगा। जब  $b \rightarrow 0$  तो केवल विकल्प (A) की ओर प्रवृत्त होता है।

18. Figure shows the roller coaster track. Each car will start from rest at point A and will roll with negligible friction. It is important that there should be at least some small positive normal force exerted by the track on the car at all points, otherwise the car would leave the track. With the above fact, the minimum safe value for the radius of curvature at point B is ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) :  
चित्र में रॉलर कोस्टर (झूला) का पथ प्रदर्शित है। प्रत्येक कार बिन्दु A से विराम से शुरू होती है तथा नगण्य घर्षण से लुढ़कती है। पथ के सभी बिन्दुओं द्वारा कार पर धनात्मक अभिलम्ब बल लगना आवश्यक है। अन्यथा कार पथ को छोड़ देगी। इस तथ्य को ध्यान रखते हुए B बिन्दु पर वक्रता त्रिज्या का न्यूनतम सुरक्षित मान है — ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) :



(A\*) 20 m (B) 10 m (C) 40 m (D) 25 m

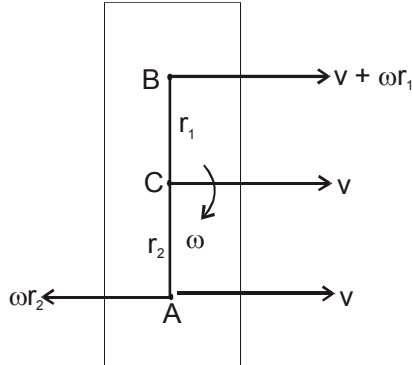
- Sol.  $V_B = \sqrt{2 \times 10 \times 10}$  ;  $\frac{m v_B^2}{R} \leq mg$  ;  $R \geq \frac{v_B^2}{g} \Rightarrow R \geq 20 \text{ m}$

19. The angular velocity of a rigid body about any point of that body is same:  
दृढ़ निकाय का कोणीय वेग निकाय में स्थित किसी बिन्दु के सापेक्ष समान रहेगा —  
(A) only in magnitude  
(B) only in direction  
(C\*) both in magnitude and direction necessarily  
(D) both in magnitude and direction about some points, but not about all points.

- (A) केवल परिमाण में  
 (B) केवल दिशा में  
 (C\*) दिशा व परिमाण दोनों में  
 (D) किसी बिन्दु के सापेक्ष दिशा व परिमाण दोनों समान रहेंगे परन्तु अन्य बिन्दुओं के सापेक्ष नहीं।

**Sol.** Suppose a rod is having angular velocity  $\omega$  about point C.

मान लो बिन्दु C के अनुदिश एक छड़ का कोणीय वेग  $\omega$  है।



Choose two points A and B as shown in the fig. velocity of B w.r.t A =  $(v + \omega r_1) - (v - \omega r_2)$

चित्रानुसार दो बिन्दुओं A तथा B को चुने। A के सापेक्ष B का वेग =  $(v + \omega r_1) - (v - \omega r_2)$

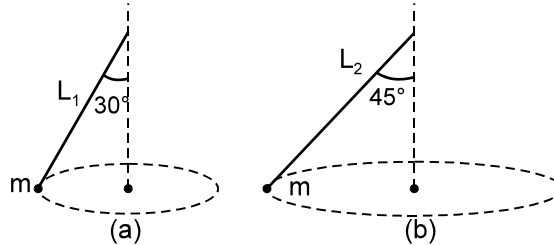
$$\Rightarrow V_{B,A} = \omega(r_1 + r_2)$$

$$\text{Angular velocity of B w.r.t A} = \frac{V_{B,A}}{AB}$$

$$A \text{ के सापेक्ष B का कोणीय वेग} = \frac{V_{B,A}}{AB} = \frac{\omega(r_1 + r_2)}{r_1 + r_2} = \omega \quad \text{Ans (C)}$$

- 20.** Two particles tied to different strings are whirled in a horizontal circle as shown in figure. The ratio of lengths of the strings so that they complete their circular path with equal time period is:

भिन्न-भिन्न रस्सियों से बन्धे दो कणों को चित्रानुसार क्षैतिज वृत्ताकार पथ में घुमाया जाता है। रस्सियों की लम्बाई का अनुपात क्या होगा जिससे वे अपना वृत्तीय पथ समान समय अन्तराल में पूरा करते हैं -



(A)  $\sqrt{\frac{3}{2}}$

(B\*)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$

(C) 1

(D) None of these इनमें से कोई नहीं

**Sol.** since चूंकि  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$

$$\therefore T_1 = T_2$$

$$\Rightarrow L_1 \cos \theta_1 = L_2 \cos \theta_2$$

$$\therefore \frac{L_1}{L_2} = \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} = \frac{\cos 45^\circ}{\cos 30^\circ}$$

$$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$