अध्याय 7

कणों के निकाय तथा घूर्णी गति

© NCERT not to be republished

बहु विकल्पीय प्रश्न I (MCQ I)

7.1 निम्नलिखित में से किस पिंड का द्रव्यमान केंद्र उसके बाहर स्थित होता है।

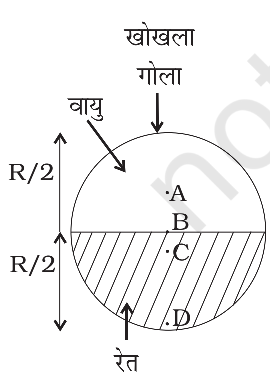
(a) पेंसिल

(b) शॉटपुट (गोला)

(c) (पासा)

(d) (चूड़ी)

7.2 चित्र 7.1 में दर्शाए गए निकाय में अंकित कौन-सा बिंदु इसके द्रव्यमान केंद्र की संभावित स्थिति है?



चित्र 7.1

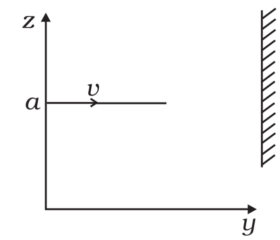
(a) A

(b) B

(c) C

(d) D

7.3 m द्रव्यमान का कोई कण एक समान वेग v से YZ तल में इस प्रकार गतिमान है कि इसका पथ + y-अक्ष के समांतर रहता है और z-अक्ष को $z = a$ पर प्रतिच्छेदित कर रहा है (चित्र 7.2)। यदि यह y = अचरांक के संगत दीवार पर मूल बिंदु के परित– इसके कोणीय संवेग में परिवर्तन का मान है–



चित्र 7.2

(a) $mva\,\hat{\mathbf{e}}_x$

(b) $2mva\,\hat{\mathbf{e}}_x$

(c) $ymv\,\hat{\mathbf{e}}_x$

(d) $2ymv\,\hat{\mathbf{e}}_x$

7.4 जब कोई डिस्क एक समान कोणीय वेग से घूर्णन करती है, तो निम्नलिखित में कौन-सा कथन सत्य नहीं होता?

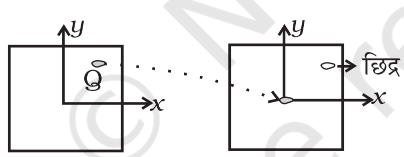
(a) घूर्णन की दिशा समान रहती है।

(b) घूर्णन अक्ष का दिक्-विन्यास समान रहता है।

(c) घूर्णन की चाल शून्येतर होती है तथा समान रहती है।

(d) कोणीय त्वरण शून्येतर होता है तथा समान रहता है।

7.5 किसी एक समान वर्गकार प्लेट से कोई अनियमित आकृति का छोटा टुकड़ा Q काटकर इसे प्लेट के केंद्र से चिपका दिया गया है और प्लेट में पूर्व स्थान पर छिद्र छोड़ दिया गया है (चित्र 7.3)। तब z-अक्ष के परित: इस प्लेट का जड़त्व आघूर्ण



चित्र 7.3

(a) बढ़ जाता है।

(b) घट जाता है।

(c) समान रहता है।

(d) अननुमेयित रूप से बदल जाता है।

7.6 प्रश्न 7.5 में, अब प्लेट का द्रव्यमान केंद्र x-y तल के नीचे दिए गए किस चतुर्थांश में है?

(a) I

(b) II

(c) III

(d) IV

© NCERT not to be republished

7.7 1 m लंबी किसी असमान छड़ का घनत्व इस प्रकार व्यक्त किया गया है $\rho(x) = a(1+bx^2)$

यहाँ a तथा b स्थिरांक हैं तथा $o \le x \le 1$

इस छड़ का द्रव्यमान केंद्र होगा

(a) $\dfrac{3(2+b)}{4(3+b)}$

(b) $\dfrac{4(2+b)}{3(3+b)}$

(c) $\dfrac{3(3+b)}{4(2+b)}$

(d) $\dfrac{4(3+b)}{3(2+b)}$

7.8 त्रिज्या R तथा द्रव्यमान M के छल्ले जैसे प्लेटफार्म का बना कोई मेरी-गो-राउंड झूला कोणीय चाल ω से परिक्रमण कर रहा है। M द्रव्यमान का कोई व्यक्ति इस झूले पर खड़ा है। किसी क्षण विशेष पर यह व्यक्ति इस झूले से, इस झूले के केंद्र से परे त्रिज्यत: (झूले से देखने पर) कूदता है। इसके पश्चात् झूले की चाल है–

(a) 2ω (b) ω (c) $\dfrac{\omega}{2}$ (d) 0

बहु विकल्पीय प्रश्न II (MCQ II)

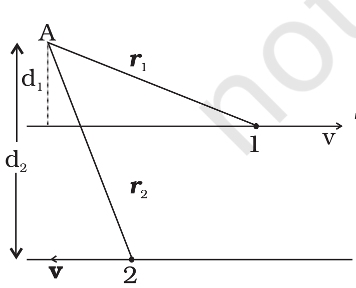
7.9 सही विकल्प चुनिए–

(a) किसी व्यापक घूर्णी गति के लिए कोणीय संवेग **L** तथा कोणीय वेग $\boldsymbol{\omega}$ का समांतर होना आवश्यक नहीं है।

(b) किसी स्थिर अक्ष के परित: घूर्णी गति के लिए कोणीय संवेग **L** तथा कोणीय वेग $\boldsymbol{\omega}$ सदैव समांतर होते हैं।

(c) किसी व्यापक स्थानांतरीय गति के लिए संवेग **p** तथा वेग **v** सदैव समांतर होते हैं।

(d) किसी व्यापक स्थानांतरीय गति के लिए त्वरण **a** तथा वेग **v** सदैव समांतर होते हैं।



चित्र 7.4

7.10 चित्र 7.4 में दो सर्वसम कण 1 एवं 2, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान m है समांतर रेखाओं के अनुदिश विपरीत दिशाओं में समान चाल v से गति करते दर्शाए गए हैं। किसी विशेष क्षण पर समांतर रेखाओं के तल में किसी बिंदु A से खींचे गए इन कणों की स्थिति सदिश क्रमश: $\mathbf{r}_1$ एवं $\mathbf{r}_2$ है। सही विकल्प चुनिए

(a) कण 1 का A के परित: कोणीय संवेग $\boldsymbol{l}_1 = mvd_1 \odot$

(b) कण 2 का A के परित: कोणीय संवेग $\boldsymbol{l}_2 = mv\mathbf{r}_2 \odot$

(c) A के परित: निकाय का कुल कोणीय संवेग $\boldsymbol{l} = mv(\boldsymbol{r}_1 + \boldsymbol{r}_2) \odot$

(d) A के परित: निकाय का कुल कोणीय संवेग $\boldsymbol{l} = mv(d_2 - d_1) \otimes$

$\odot$ पृष्ठ के बहिर्गामी एकांक सदिश को निरूपित करता है।

$\otimes$ पृष्ठ के अंतर्गामी एकांक सदिश को निरूपित करता है।

7.11 कणों के किसी निकाय का किसी अक्ष के परित: नेट बाह्य बल आघूर्ण शून्य है। निम्नलिखित में कौन-सा कथन इसके साथ सुसंगत है?

(a) इस अक्ष पर किसी बिंदु से बल त्रिज्यत: कार्य कर रहे हो सकते हैं।

(b) बल घूर्णन अक्ष पर कार्यरत हो सकते हैं।

(c) बल घूर्णन अक्ष के समांतर कार्यरत हो सकते हैं।

(d) कुछ बलों के कारण बल आघूर्ण, कुछ अन्य बलों के कारण बल आघूर्णों के बराबर एवं विपरीत हो सकते हैं।

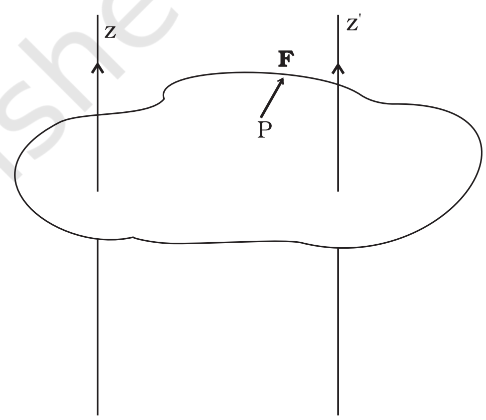
7.12 चित्र 7.5 में x-y तल में स्थित एक पटल दर्शाया गया है। दो अक्ष z या z' इसके तल के लंबवत् हैं। कोई बल **F** पटल के तल में बिंदु P पर दर्शाए अनुसार कार्य करता है। निम्नलिखित कथनों में कौन-सा कथन सत्य है? (बिंदु P, z-अक्ष की तुलना में z'-अक्ष के अधिक निकट है)।

(a) z-अक्ष के परित: **F** के कारण बल आघूर्ण τ, $-\hat{\mathbf{k}}$ के अनुदिश है।

(b) z'-अक्ष के परित: **F** के कारण बल अघूर्ण τ' , $-\hat{\mathbf{k}}$ के अनुदिश है।

(c) z-अक्ष के परित: **F** के कारण बल अघूर्ण $\boldsymbol{\tau}$ परिमाण में z'-अक्ष के परित: आघूर्ण $\boldsymbol{\tau}'$ से अधिक है।

(d) कुल बल आघूर्ण $= \boldsymbol{\tau} + \boldsymbol{\tau}'$.



चित्र 7.5

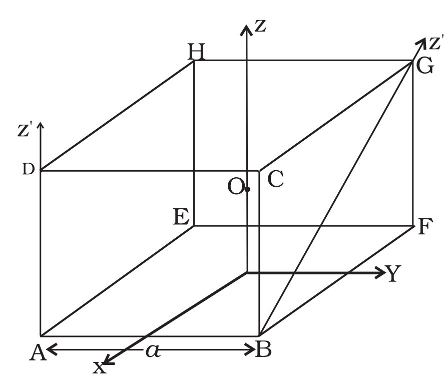
7.13 चित्र 7.6 में दी गई भुजा a तथा द्रव्यमान m के घन के संदर्भ में अंकित कीजिए कि निम्नलिखित कथन सत्य है अथवा असत्य (0 घन का केंद्र है)।

(a) z-अक्ष के परित: घन का जड़त्व आघूर्ण $I_z = I_x + I_y$

(b) z'-अक्ष के परित: घन का जड़त्व आघूर्ण $I'_z = I_z + \dfrac{m\,a^2}{2}$

(c) z''-अक्ष के परित: घन का जड़त्व आघूर्ण $= I_z + \dfrac{m\,a^2}{2}$

(d) $I_x = I_y$



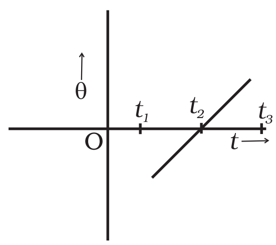
चित्र 7.6

अति लघु उत्तरीय प्रश्न (VSA)

7.14 पृथ्वी पर किसी वस्तु का गुरुत्व केंद्र लघु पिंड के लिए उसके द्रव्यमान केंद्र के संपाती

होता है जबकि विस्तृत पिंडों में संभवत: ऐसा नहीं होता। इस संदर्भ में लघु एवं विस्तृत का गुणात्मक अर्थ क्या है? निम्नलिखित में किसके लिए ये दोनों संपाती होते हैं?

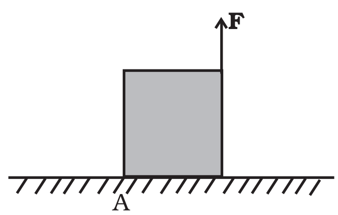
कोई भवन, तालाब, झील, पर्वत।



चित्र 7.7

7.15 समान द्रव्यमान एवं समान त्रिज्या के दो गोलों के अपने सममित अक्षों के परित: जड़त्व आघूर्णों में ठोस बेलन का जड़त्व आघूर्ण खोखले बेलन की तुलना में कम क्यों होता है?

7.16 किसी घूर्णी दृढ़ पिंड के किसी बिंदु की कोणीय स्थिति θ में समय t के साथ परिवर्तन को चित्र 7.7 में दर्शाया गया है। यह पिंड वामावर्त घूर्णन कर रहा है अथवा दक्षिणावर्त?



चित्र 7.8

7.17 भुजा a तथा द्रव्यमान m का कोई एक समान घन किसी घर्षण रहित क्षैतिज पृष्ठ पर रखा है। आकृति 7.8 में दर्शाए अनुसार इसके किनारे पर कोई ऊर्ध्वाधर बल **F** आरोपित किया जाता है। निम्नलिखित (सबसे उपयुक्त विकल्प) का मिलान कीजिए–

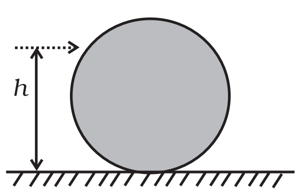
(a) $mg/4 < F < mg/2$ (i) घन ऊपर उठेगा।

(b) $F > mg/2$ (ii) घन गति प्रदर्शित नहीं करेगा।

(c) $F > mg$ (iii) घन A पर घूर्णन करने लगेगा तथा फिसलेगा।

(d) $F = mg/4$ (iv) अभिलंब प्रतिक्रिया A से a/3 पर प्रभावी, कोई गति नहीं।

7.18 त्रिज्या R तथा द्रव्यमान m का एक समान गोला किसी रूक्ष क्षैतिज पृष्ठ पर स्थित है (चित्र 7.9)। फर्श से h ऊँचाई पर गोले पर क्षैतिजत: आघात किया जाता है। निम्नलिखित का मिलान कीजिए–



चित्र 7.9

(a) $h = R/2$ (i) गोला बिना फिसले नियम वेग से घूर्णन करता है तथा ऊर्जा का ह्रास नहीं होता।

(b) $h = R$ (ii) गोला दक्षिणावर्त चक्रण करता है, घर्षण के कारण ऊर्जा का ह्रास होता है।

(c) $h = 3R/2$ (iii) गोला वामावर्त चक्रण करता है, घर्षण के कारण ऊर्जा का ह्रास होता है।

(d) $h = 7R/5$ (iv) गोले में केवल स्थानांतरीय गति होती है, घर्षण के कारण ऊर्जा का ह्रास होता है।

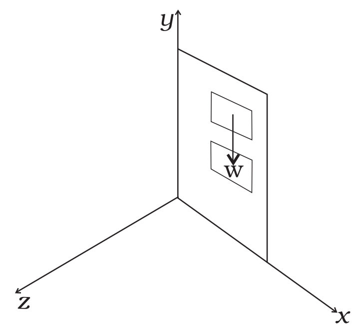
लघु उत्तरीय प्रश्न (SA)

7.19 किसी पिंड पर कार्यरत असरेखी बलों के निकाय का सदिश योग शून्येतर दिया हुआ है। यदि निकाय के सभी बलों के किसी निश्चित बिंदु के परित: बल आघूर्णों का सदिश योग शून्य है, तो क्या इसका यह अर्थ है कि किसी यादृच्छिक बिंदु के परित: यह आवश्यक रूप से शून्य है।

© NCERT not to be republished

7.20 अपने तल के लंबवत् तथा अपने केंद्र से गुजरने वाले अक्ष के परितः एक समान गति करते किसी पहिए को यांत्रिकीय (स्थनांतरीय तथा घूर्णी) साम्य में माना जाता है क्योंकि इसकी गति को बनाये रखने के लिए किसी नेट बाह्य बल अथवा बल आघूर्ण की आवश्यकता नहीं है। तथापि जिन कणों से मिलकर यह पहिया बना है वे केंद्र की ओर निर्दिष्ट अभिकेंद्र बल का अनुभव करते हैं। पहिये की साम्यावस्था के साथ आप इस तथ्य से कैसे सामंजस्य बैठाएँगे।

आप किसी आधे पहिये को पहिये के तल के लंबवत् तथा उसके द्रव्यमान केंद्र से गुजरने वाले अक्ष के परितः एक समान गति में कैसे स्थापित करेंगे। क्या आपको इसकी गति बनाए रखने के लिए किसी बाह्य बल की आवश्यकता होगी?



चित्र 7.10

7.21 किसी दरवाजे के एक सिरे पर चूल है तथा यह ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घूर्णन के लिए स्वतंत्र है (चित्र 7.10)। क्या इसका भार इस अक्ष के परितः कोई बल आघूर्ण लगाता है? अपने स्तर के लिए कारण लिखिए।

7.22 किसी नियमित n- बहुभुज के शीर्षों पर m द्रव्यमान के $(n\text{-}1)$ समान बिंदु द्रव्यमान स्थित हैं। इसके खाली शीर्ष का बहुभुज के केंद्र के सापेक्ष स्थिति सदिश $\boldsymbol{a}$ है। द्रव्यमान केंद्र की स्थिति सदिश ज्ञात कीजिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (LA)

7.23 किसी एक समान (a) अर्ध-चक्रिका (b) चतुर्थांश चक्रिका का द्रव्यमान केंद्र ज्ञात कीजिए।

7.24 दो चक्रिकाएँ, जिनके अपनी संगत अक्षों (चक्रिका के अभिलंबवत् तथा उनके केंद्र से गुजरने वाली) के परितः जड़त्व आघूर्ण I_1 तथा I_2 हैं। कोणीय चालों ω_1 तथा ω_2 से घूर्णन करते हुए अपने-अपने फलकों के साथ घूर्णन अक्षों को संपाती रखते हुए संपर्क में लाई जाती हैं।

(a) क्या इस स्थिति पर कोणीय संवेग संरक्षण नियम लागू होता है? क्यों?
(b) दो चक्रिकाओं के निकाय की कोणीय चाल ज्ञात कीजिए।
(c) इस प्रक्रिया में निकाय की ऊर्जा में होने वाले ह्रास की गणना कीजिए।
(d) ह्रसित ऊर्जा का क्या हुआ? बताइए।

7.25 त्रिज्या R की कोई चक्रिका क्षैतिज अक्ष के परितः कोणीय चाल ω_o से घूर्णन कर रही है। इसे किसी क्षैतिज मेज़ पर रखा जाता है। गतिज घर्षण गुणांक μ_k है–

(a) मेज़ के संपर्क में लाने से पूर्व इसके द्रव्यमान केंद्र का वेग क्या था?

(b) मेज़ के संपर्क में रखने पर इसकी नेमि (किनारे) के किसी बिंदु के रैखिक वेग का क्या होता है?

(c) जब चक्रिका को मेज़ के संपर्क में रखा जाता है तो इसके द्रव्यमान केंद्र के रेखीय वेग का क्या होता है?

© NCERT not to be republished

(d) कौन-सा बल (*b*) तथा (c) में प्रभावों के लिए उत्तरदायी है?

(e) लुढ़कना (लोटन) आरंभ होने के लिए किस शर्त का पूर्ण होना आवश्यक है?

(f) लुढ़कना (लोटन) आरंभ होने में लगने वाला समय परिकलित कीजिए।

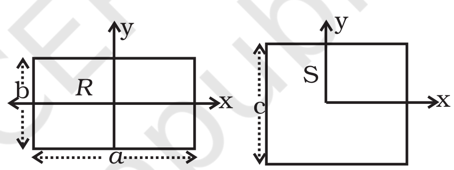
7.26 समान ऊँचाई h के R एवं 2R त्रिज्याओं के दो बेलनाकार खाली ड्रम क्रमश: ω (वामावर्त्त) तथा ω (दक्षिणावर्त) कोणीय वेगों से घूर्णन कर रहे हैं। इनके अक्ष नियम एवं समानांतर तथा क्षैतिज तल में हैं? इनके बीच $(3R+\delta)$ पृथकन है। इन्हें अब संपर्क में लाया जाता है $(\delta \to 0)$।

(a) संपर्क के ठीक पश्चात् घर्षण बलों को दर्शाइए।

(b) संपर्क के ठीक पश्चात् निकाय के बाहर के बलों तथा बल आघूर्णों की पहचान कीजिए।

(c) घर्षण समाप्त होने पर अंतिम कोणीय वेगों का अनुपात क्या होगा?

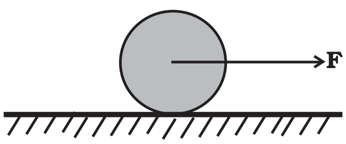
7.27 किसी एक समान वर्गाकार प्लेट S (भुजा c) तथा किसी एक समान आयताकार प्लेट R (भुजाएँ b, a) के सर्वसम क्षेत्रफल एवं द्रव्यमान हैं (चित्र 7.11)। दर्शाइए कि–



चित्र 7.11

$(i)\ I_{xR}/I_{xS} < 1;\ (ii)\ I_{yR}/I_{yS} > 1;\ (iii)\ I_{zR}/I_{zS} > 1$

7.28 त्रिज्या R की कोई चक्रिका किसी मेज पर अपनी नेमि (किनारे) पर टिकी है। मेज तथा चक्रिका के बीच घर्षण गुणांक μ है। (चित्र 7.12) अब आकृति में दर्शाए अनुसार बल **F** द्वारा चक्रिका को खींचा जाता है। वह अधिकतम बल ज्ञात कीजिए जिसमें अनुप्रयोग से चक्रिका बिना फिसले लोटन करती है।



चित्र 7.12

© NCERT not to be republished