अध्याय 5

गति के नियम

© NCERT not to be republished

बहु विकल्पीय प्रश्न I (MCQ I)

5.1 कोई गेंद एक समान स्थानांतरीय गति कर रही है। इसका अर्थ है कि–

(a) यह विराम अवस्था में है।

(b) इसका पथ सरल रेखीय अथवा वृत्ताकार हो सकता है और गेंद एक समान चाल से चल रही है।

(c) गेंद के सभी भागों का वेग (परिमाण एवं दिशा) समान है तथा यह वेग नियत है।

(d) गेंद का केंद्र अचर वेग से गति करता है तथा गेंद अपने केंद्र के परित: एक समान घूर्णन करती है।

5.2 कोई मीटर स्केल एक समान वेग से गतिमान है। इसका अर्थ है कि

(a) स्केल पर लगने वाले बल का परिमाण शून्य है। परंतु स्केल पर द्रव्यमान केंद्र के परित: कोई बल–आघूर्ण कार्य कर सकता है।

(b) स्केल पर लगने वाले बल का परिमाण शून्य है और स्केल के द्रव्यमान केंद्र के परित: कार्य करने वाला बल आघूर्ण भी शून्य है।

(c) इस पर लगने वाला कुल बल शून्य होना आवश्यक नहीं है परंतु इस पर कार्य करने वाला बल-आघूर्ण शून्य है।

(d) स्केल पर कार्य करने वाले न तो बल और न ही बल आघूर्ण का शून्य होना आवश्यक है।

5.3 150 g द्रव्यमान की किसी क्रिकेट की गेंद का प्रारंभिक वेग $\mathbf{u} = (3\hat{\mathbf{i}} + 4\hat{\mathbf{j}})\,\text{m s}^{-1}$ और हिट होने के बाद अंतिम वेग $\mathbf{v} = -(3\hat{\mathbf{i}} + 4\hat{\mathbf{j}})\,\text{m s}^{-1}$ है। गेंद का संवेग परिवर्तन kg m s^{1} है –

(a) शून्य

(b) $-(0.45\hat{\mathbf{i}} + 0.6\hat{\mathbf{j}})$

(c) $-(0.9\hat{\mathbf{i}} + 1.2\hat{\mathbf{j}})$

(d) $-5(\hat{\mathbf{i}} + \hat{\mathbf{j}})$

5.4 प्रश्न (5.3) में हिट होने की प्रक्रिया में हस्तांतरित संवेग का परिमाण है –

(a) शून्य (b) 0.75 kg ms^{-1} (c) 1.5 kg ms^{-1} (d) 14 kg ms^{-1}

5.5 कणों के बीच संघट्ट में संवेग संरक्षण का अवबोधन किस आधार पर किया जा सकता है ?

(a) ऊर्जा संरक्षण

(b) केवल न्यूटन का प्रथम नियम

(c) केवल न्यूटन का द्वितीय नियम

(d) न्यूटन के द्वितीय एवं तृतीय नियम

5.6 हॉकी का कोई खिलाड़ी विपक्षी से बचने के लिए उत्तर दिशा में जाते-जाते पूर्ववर्ती चाल से ही अचानक पश्चिम की ओर मुड़ जाता है। खिलाड़ी पर लगने वाला बल है :

(a) पश्चिम दिशा में घर्षण बल

(b) दक्षिण दिशा में पेशीय बल

(c) दक्षिण-पश्चिम दिशा में घर्षण बल

(d) दक्षिण-पश्चिम दिशा में पेशीय बल

5.7 2 kg द्रव्यमान का कोई पिंड समीकरण $x(t) = pt + qt^2 + rt^3$ के अनुसार गति करता है, यहाँ $p = 3\,\text{m s}^{-1}$, $q = 4\,\text{m s}^{-2}$ और $r = 5\,\text{m s}^{-3}$ है।

$t = 2$ s पर पिंड पर लगने वाला बल है –

(a) 136 N

(b) 134 N

(c) 158 N

(d) 68 N

© NCERT not to be republished

5.8 5 kg द्रव्यमान के किसी पिंड पर कोई बल $\mathbf{F} = \left(-3\hat{i} + 4\hat{j}\right)\text{N}$ कार्य कर रहा है। यदि $t = 0$ पर पिंड का प्रारंभिक वेग $\boldsymbol{v} = \left(6\hat{i} - 12\hat{j}\right)\text{m s}^{-1}$ हो, तो वह समय जब इसका वेग केवल y-अक्ष के अनुदिश होगा, है –

(a) कभी नहीं

(b) 10 s

(c) 2 s

(d) 15 s

5.9 विराम अवस्था से गति आरंभ करने वाली m द्रव्यमान की किसी कार का 2s में पूर्व दिशा में वेग $\boldsymbol{v} = v\,\hat{\mathbf{i}}\,(v > 0)$ हो जाता है। यह मानते हुए कि कार एक समान त्वरण से गति करती है, कार पर लगने वाला बल का परिमाण –

(a) $\frac{mv}{2}$ पूर्व दिशा के अनुदिश है और कार के इंजन द्वारा लगाया जाता है।

(b) $\frac{mv}{2}$ पूर्व दिशा के अनुदिश है और सड़क तथा टायरों के बीच घर्षण के कारण है।

(c) $\frac{mv}{2}$ से अधिक पूर्व के अनुदिश है तथा यह इंजन द्वारा सड़क के घर्षण से पार पाने के लिए लगता है।

(d) $\frac{mv}{2}$ है जो इंजन के कारण लगता है।

बहु विकल्पीय प्रश्न II (MCQ II)

5.10 m द्रव्यमान के किसी कण की गति इस प्रकार व्यक्त की गई है –
$x = 0$ जब $t < 0$ s,
$x(t) = A \sin 4\pi t$ जब $0 < t < (1/4)$ s $(A > 0)$, तथा
$x = 0$ जब $t > (1/4)$ s
इस गति के संदर्भ में निम्नलिखित में कौन से कथन सत्य हैं?

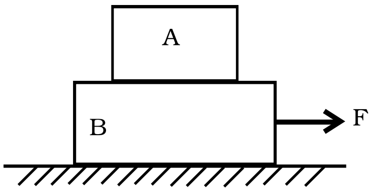
(a) $t = (1/8)$ s पर कण पर लगने वाला बल $-16\pi^2 A\,m$ है।

(b) $t = 0$ s एवं $t = (1/4)$ s पर कण पर लगने वाले आवेग का परिमाण $4\pi A\,m$ है।

(c) कण पर कोई बल नहीं लगता।

(d) कण पर कोई अचर बल नहीं लगता।

(e) कण पर कोई आवेग नहीं लगता।



चित्र 5.1

5.11 चित्र 5.1 में, फर्श और पिंड B के बीच घर्षण गुणांक 0.1 है। पिंड B एवं पिंड A के बीच घर्षण गुणांक 0.2 है। कोई बल **F** पिंड B पर चित्र में दिखाए अनुसार लगाया गया है। A का द्रव्यमान $m/2$ तथा B का द्रव्यमान m है। निम्नलिखित में कौन से कथन सही हैं?

© NCERT not to be republished

(a) यदि $F = 0.25\ mg$, तो पिंड एक साथ गति करेंगे।

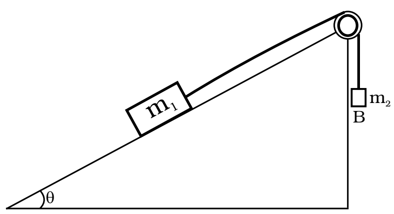
(b) यदि $F = 0.5\ mg$, तो पिंड A पिंड B के सापेक्ष फिसलेगा।

(c) यदि $F = 0.5\ mg$, तो पिंड एक साथ गति करेंगे।

(d) यदि $F = 0.1\ mg$, तो पिंड विराम में रहेंगे।

(e) F का अधिकतम मान जिसके लिए पिंड एक साथ गति करेंगे, $0.45\ mg$ है।

5.12 द्रव्यमान m_1 किसी आनत समतल पर रखा है जो क्षैतिज से θ कोण पर झुका है। द्रव्यमान m_1 को चित्र 5.2 में दर्शाए अनुसार द्रव्यमान m_2 से धागे द्वारा, उसे घर्षणहीन घिरनी से गुजारते हुए, जोड़ा गया है। m_1 एवं आनत समतल के बीच घर्षण गुणांक μ है। निम्नलिखित में से कौन से कथन सत्य हैं –



चित्र 5.2

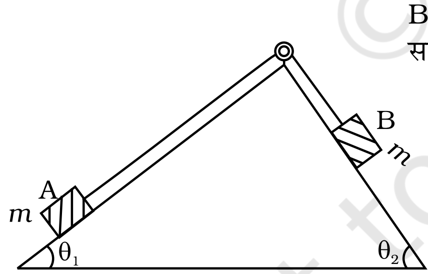
(a) यदि $m_2 > m_1 \sin\theta$, तो पिंड तल पर ऊपर की ओर गति करेगा।

(b) यदि $m_2 > m_1(\sin\theta + \mu\ \cos\theta)$, तो पिंड तल पर ऊपर की ओर गति करेगा।

(c) यदि $m_2 < m_1(\sin\theta + \mu\ \cos\theta)$, तो पिंड तल पर ऊपर की ओर गति करेगा।

(d) यदि $m_2 < m_1(\sin\theta - \mu\ \cos\theta)$, तो पिंड तल पर नीचे की ओर गति करेगा।

5.13 चित्र 5.3 में, m द्रव्यमान का कोई पिंड A क्षैतिज से θ_1 कोण पर झुके समतल पर फिसल सकता है। पिंड A और समतल के बीच घर्षण गुणांक μ_1 है। A को हल्की डोरी से बाँध कर डोरी को घर्षणहीन घिरनी से गुजारा गया है और m द्रव्यमान के ही किसी अन्य पिंड B से जोड़ दिया गया है। B क्षैतिज से θ_2 कोण पर झुके घर्षणहीन समतल पर फिसल सकता है। निम्नलिखित में कौन से कथन सत्य हैं–



चित्र 5.3

(a) कभी भी A तल पर ऊपर की ओर नहीं चलेगा।

(b) A तल पर ऊपर की ओर तभी गति करना आरंभ करेगा जब

$$\mu = \frac{\sin\theta_2 - \sin\theta_1}{\cos\theta_1}$$

(c) A को तल पर ऊपर की ओर गति करने के लिए, θ_2 को θ_1 से अधिक होना चाहिए।

(d) B सदैव अचर वेग से नीचे की ओर फिसलेगा।

5.14 $5\ m\ s^{-1}$ चाल से 50 g द्रव्यमान की दो विलियर्ड गेंद विपरीत दिशाओं में गमन करते हुए एक दूसरे से संघट्ट करती हैं और संघट्ट के पश्चात् उसी चाल से वापस लौट जाती हैं। यदि संघट्ट काल 10^{-3} s हो, तो निम्नलिखित में कौन से कथन सही हैं?

(a) प्रत्येक गेंद को दिया गया आवेग $0.25\ kg\ m\ s^{-1}$ है और प्रत्येक गेंद पर कार्यरत बल 250 N है।

© NCERT not to be republished

(b) प्रत्येक गेंद को दिया गया आवेग 0.25 kg m s^{-1} है और प्रत्येक गेंद पर कार्यरत बल 25×10^{-5} N है।

(c) प्रत्येक गेंद को दिया गया आवेग 0.5 Ns है।

(d) प्रत्येक गेंद पर आवेग और बल परिमाण में बराबर तथा दिशा में विपरीत हैं।

5.15 10 kg द्रव्यमान के किसी पिंड पर 6N एवं 8N के दो परस्पर लंबवत् बल एक साथ लगे हैं। पिंड का परिणामी त्वरण है –

(a) 1 m s^{-2}, जो 6N बल से $\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ कोण बनाता है।

(b) 0.2 m s^{-2}, जो 6N बल से $\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ कोण बनाता है।

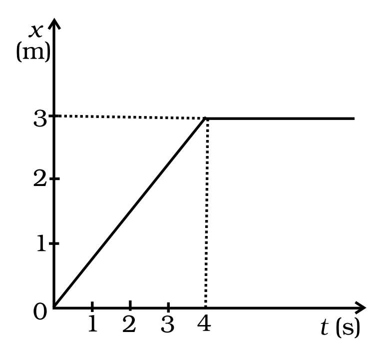
(c) 1 m s^{-2}, जो 8N बल से $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$ कोण बनाता है।

(d) 0.2 m s^{-2}, जो 8N बल से $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$ कोण बनाता है।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न (VSA)

5.16 कोई सीधी सड़क पर 5 m s^{-1} की चाल से बाइसिकल पर गतिमान कोई लड़की भूतल के सापेक्ष 15 m s^{-1} की चाल से, 0.5 kg द्रव्यमान का एक पत्थर, अपनी गति की दिशा में फेंकती है। बाइसिकल एवं लड़की का कुल द्रव्यमान 50 kg है। पत्थर फेंकने पर क्या बाइसिकल की चाल में कोई अंतर आता है? यदि हाँ, तो चाल में अंतर ज्ञात कीजिए।

5.17 50 kg द्रव्यमान का कोई व्यक्ति लिफ्ट में भार मापने की मशीन पर खड़ा है। यदि लिफ्ट नीचे की ओर 9 m s^{-2} के अधोमुखी त्वरण से जाती है तो भार मापने की मशीन के स्केल का पाठ्यांक क्या होगा? (g = 10 m s^{-2})



चित्र 5.4

5.18 2 kg द्रव्यमान के किसी पिंड का स्थिति-समय ग्राफ चित्र 5.4 में दर्शाया गया है। t = 0 s और t = 4 s पर पिंड का आवेग कितना है?

5.19 कोई कार चालक सामने सड़क पर किसी बच्चे को देखकर अचानक ब्रेक लगाता है। यदि उसने सीट बेल्ट नहीं बाँधी है, तो वह आगे की ओर झटका खाता है और उसका सिर स्टियरिंग व्हील से जा टकराता है। ऐसा क्यों है?

5.20 2 kg द्रव्यमान के किसी पिंड के वेग को समय के फलन के रूप में $\mathbf{v}(t) = 2t\ \hat{\mathbf{i}} + t^2\hat{\mathbf{j}}$ से निरुपित करते हैं। t = 2s पर, इस पर लगने वाले संवेग एवं बल का परिकलन कीजिए।

5.21 खुरदरे क्षैतिज समतल पृष्ठ पर रखा कोई गुटका किसी क्षैतिज बल F द्वारा खींचा जाता है। माना कि f खुरदरे पृष्ठ द्वारा गुटके पर लगाया गया बल है। f और F में ग्राफ खींचिए।

© NCERT not to be republished

5.22 परिवहन के लिए पैकिंग से पूर्व पोर्सीलिन की वस्तुओं को कागज़ या भूसे में क्यों लपेटा जाता है?

5.23 बाग की नरम मिट्टी पर गिरने से लगने वाली चोट की तुलना में सीमेंट के कठोर फर्श पर गिरने से लगी चोट से किसी बच्ची को अधिक दर्द क्यों होता है?

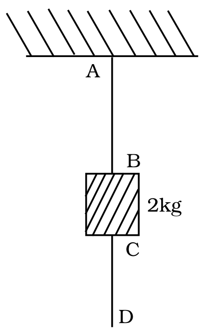
5.24 कोई महिला 500 g द्रव्यमान के किसी पिंड को 25 m s^{-1} की चाल से फेंकती है।

(a) पिंड को प्रदान किया गया आवेग कितना है?

(b) यदि पिंड किसी दीवार से टकराए और मूल चाल की आधी चाल से वापस लौटे तो इसके संवेग में कितना परिवर्तन होता है?

5.25 पहाड़ पर सड़कें सीधे खड़ी चढ़ाई की न बनाकर ऊपर की ओर चढ़ती हुई सर्पिलाकार बनाई जाती हैं क्यों?

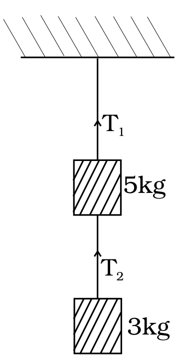
लघु उत्तरीय प्रश्न (SA)



चित्र 5.5

5.26 2kg का कोई द्रव्यमान किसी धागे AB द्वारा लटकाया गया है (चित्र 5.5)। इसी प्रकार का एक धागा CD 2kg द्रव्यमान के दूसरी ओर जोड़ा गया है। धागे CD को नीचे की ओर धीरे-धीरे बल बढ़ाते हुए खींचा जाता है। कौन-सा धागा टूटेगा? क्यों?

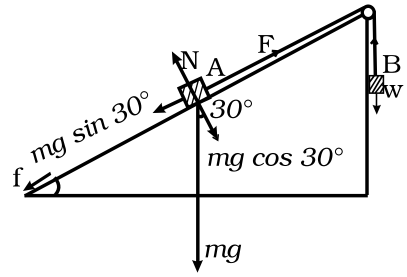
5.27 ऊपर दिए गए प्रश्न (5.26) में यदि धागे CD को झटका मारकर खींचा जाए, तो क्या होगा?



चित्र 5.6

5.28 5 kg और 3 kg के दो द्रव्यमान, द्रव्यमान रहित अवितान्य धागे के द्वारा चित्र 5.6 में दर्शाए अनुसार लटकाए गए हैं। संपूर्ण निकाय 2ms^{-2} के त्वरण से ऊपर की ओर गतिमान है। T_1 एवं T_2 परिकलित कीजिए। ($g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ का उपयोग कीजिए)

5.29 क्षैतिज से 30° कोण पर झुका कर रखे गए किसी घर्षणहीन समतल पर 100N भार का गुटका A रखा है (चित्र 5.7)। A से एक लचीला धागा जोड़ कर इसे एक घर्षणविहीन घिरनी के ऊपर से गुजारा गया है और इसके दूसरे सिरे पर W भार का कोई दूसरा गुटका



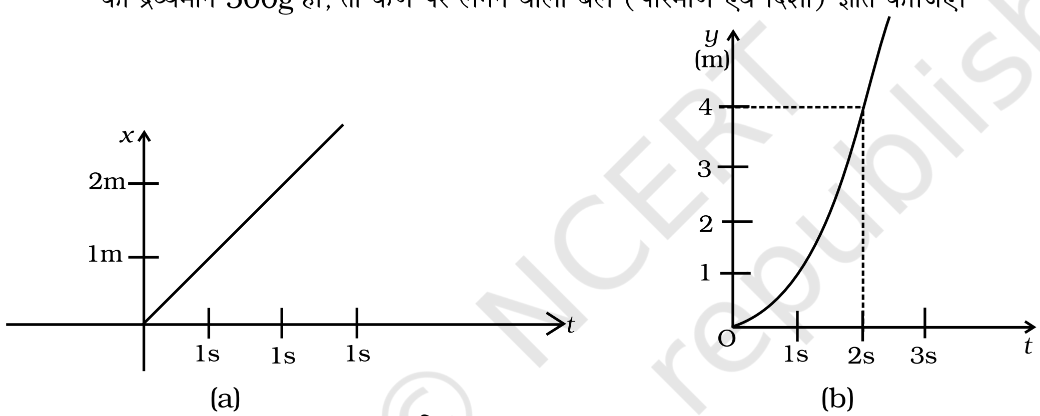
चित्र 5.7

B जोड़ दिया गया है। भार W का वह मान ज्ञात कीजिए जिसके लिए यह निकाय संतुलन में रहता है।

5.30 M द्रव्यमान के किसी गुटके को अंगुली से किसी खुरदरी ऊर्ध्वाधर दीवार पर दबाकर गिरने से रोका गया है। यदि दीवार और गुटके के बीच घर्षण गुणांक μ तथा गुरुत्व के कारण त्वरण g हो, तो गुटके को गिरने से रोकने के लिए अंगुली द्वारा इस पर लगाया जाने वाला न्यूनतम बल परिकलित कीजिए।

5.31 100 kg की कोई तोप 500m ऊँची चट्टान से 1kg का कोई गोला क्षैतिजतः दागती है जो चट्टान के आधार से 400m दूरी पर जाकर गिरता है। तोप का प्रतिक्षिप्त वेग ज्ञात कीजिए (गुरुत्वी त्वरण = 10 m s^{-2})

5.32 चित्र 5.8 में दो विमाओं में गतिशील कण के *(x, t)*, *(y, t)* ग्राफ दर्शाए गए हैं। यदि कण का द्रव्यमान 500g हो, तो कण पर लगने वाला बल (परिमाण एवं दिशा) ज्ञात कीजिए।



चित्र 5.8

5.33 2 m s^{-2} के त्वरण से ऊपर की ओर जाते हुए किसी एलिवेटर से कोई व्यक्ति एक सिक्का 20 m s^{1} की चाल से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर उछालता है। कितने समय के पश्चात् सिक्का वापस उसके हाथ में आ गिरेगा? ($g = 10 \text{ m s}^{-2}$)

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (LA)

5.34 किसी पिंड के बिंदु P पर $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$ एवं $\mathbf{F_3}$ तीन बल लगे हैं। इन बलों के प्रभाव में पिंड एक समान चाल से गति करता है :

(a) दर्शाइए कि बल समतलीय हैं।

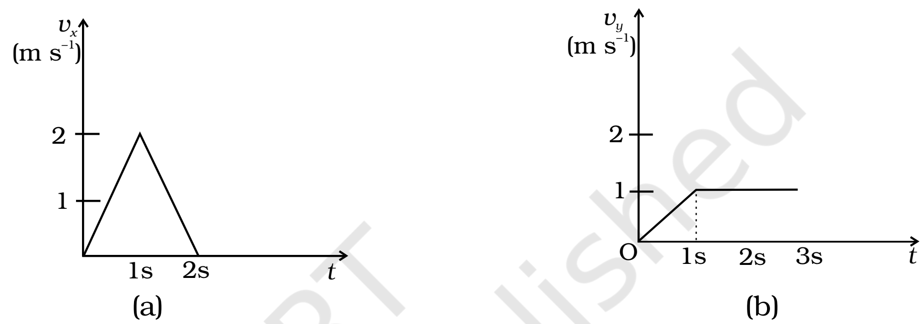
(b) दर्शाइए कि पिंड के किसी बिंदु के परितः इन तीन बलों के कारण कुल बल-आघूर्ण शून्य होगा।

5.35 जब कोई पिंड किसी ऐसे चिकने आनत समतल पर जो क्षैतिज से 45° का कोण बनाता है, विरामावस्था से फिसलता है तो, इसको नीचे पहुँचने में T समय लगता है। वही पिंड

© NCERT not to be republished

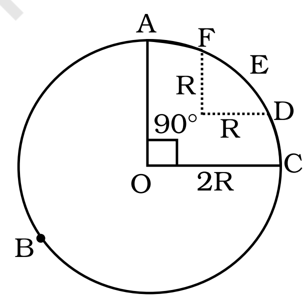
जब उतने ही कोण पर झुके हुए खुरदरे आनत समतल पर विरामावस्था से उतनी ही ऊँचाई से फिसलता है तो यह पाया जाता है कि इसको नीचे पहुँचने में pT समय लगता है, यहाँ p कोई संख्या है जिसका मान 1 से अधिक है। पिंड और खुरदरे तल के बीच घर्षण गुणांक परिकलित कीजिए।

5.36 चित्र 5.9 में एकांक द्रव्यमान के किसी पिंड के (v_x, t), और (v_y, t) आरेख दर्शाए गए हैं। समय के फलन के रूप में बल ज्ञात कीजिए।



चित्र 5.9

5.37 कोई रेसिंग कार किसी धावन पथ ABCDEFA (बैंकिंग रहित) पर चल रही है (चित्र 5.10)। ABC कोई वृत्ताकार चाप है जिसकी त्रिज्या 2 R है। CD एवं FA सरल रेखीय पथ हैं जिनमें प्रत्येक की लंबाई R है, तथा DEF वृत्ताकार चाप है जिसकी त्रिज्या R = 100 m है। सड़क का घर्षण गुणांक $\mu = 0.1$ है। कार की अधिकतम चाल 50 m s^{-1} है। एक पूरा चक्कर लगाने में लगने वाला न्यूनतम समय परिकलित कीजिए।



चित्र 5.10

5.38 m द्रव्यमान के किसी कण के विस्थापन सदिश को इस प्रकार व्यक्त किया गया है – $\mathbf{r}(t) = \hat{\mathbf{i}} A \cos \omega t + \hat{\mathbf{j}} B \sin \omega t$.

(a) दर्शाइए कि कण का गमन पथ कोई दीर्घ वृत्त है।

(b) दर्शाइए कि $\mathbf{F} = -m\omega^2 \mathbf{r}$

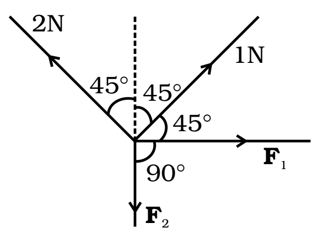
5.39 कोई गेंदबाज क्रिकेट की गेंद को दो भिन्न ढंगों से फेंकता है –

(a) इसको केवल क्षैतिज वेग देकर और

(b) क्षैतिज वेग के साथ-साथ नीचे की ओर अल्प वेग देकर।

गेंद जब उसका हाथ छोड़ती है तो दोनों स्थितियों में उसकी चाल v_s समान होती है। दोनों बार गेंद भूतल से समान ऊँचाई H से फेंकी जाती है। भूतल से टकराते समय किस गेंद की चाल अधिक होगी? वायु प्रतिरोध की उपेक्षा कीजिए।

5.40 किसी बिंदु P पर चित्र 5.11 में दर्शाए अनुसार डोरियों की सहायता से चार बल लगाए गए हैं। बिंदु P विरामावस्था में है। $\mathbf{F_1}$ एवं $\mathbf{F_2}$ बलों के मान ज्ञात कीजिए।



चित्र 5.11

5.41 कोई आयताकार किसी खुरदरे आनत समतल पर रखा है। आनत समतल और बॉक्स के बीच घर्षण गुणांक μ है। मान लीजिए बॉक्स का द्रव्यमान m है –

(a) तल के क्षैतिज से कितने कोण θ पर झुका होने पर बॉक्स तल पर नीचे की ओर फिसलना आरंभ कर देगा?

(b) यदि तल का आनति कोण $\alpha > \theta$ तो बॉक्स पर नीचे की ओर कितना बल लगेगा?

(c) बॉक्स को स्थिर बनाए रखने के लिए या एक समान चाल से ऊपर की ओर गति प्रारंभ करने के लिए इस पर ऊपर की ओर तल के अनुदिश कितना बल लगाने की आवश्यकता होगी?

(d) बॉक्स आनत समतल पर ऊपर की ओर a त्वरण से गति देने के लिए इस पर ऊपर की ओर तल के अनुदिश कितना बल लगाने की आवश्यकता होगी?

5.42 2000kg द्रव्यमान का कोई हेलिकॉप्टर 15 m s^{-2} के ऊर्ध्वाधर त्वरण से ऊपर उठता है। कर्मीदल एवं यात्रियों का कुल द्रव्यमान 500 kg है। निम्नलिखित का परिमाण एवं दिशा ज्ञात कीजिए : (g = 10 m s^{-2})

(a) कर्मीदल एवं यात्रियों द्वारा हेलिकॉप्टर के फर्श पर लगने वाला बल।

(b) हेलिकॉप्टर के रोटर द्वारा चारों ओर की वायु पर क्रिया।

(c) चारों ओर की वायु के कारण हेलिकॉप्टर पर लगने वाला बल।

© NCERT not to be republished