घर्षण
Friction

प्रश्न 1. दो तलों के बीच घर्षण गुणांक किन बातों पर निर्भर करता है?

उत्तर घर्षण गुणांक, सम्पर्क में आये दोनों तलों की प्रकृति पर, तलों की स्वच्छता पर, ताप तथा आर्द्रता पर निर्भर करता है।

प्रश्न 2. विराम कोण से क्या तात्पर्य है?

उत्तर **विराम कोण** किसी आनत समतल का क्षैतिज से वह न्यूनतम झुकाव कोण α जिस पर समतल पर रखी कोई वस्तु ठीक फिसलने की स्थिति में आ जाती है, उस समतल का विराम कोण कहलाता है। किसी समतल का विराम कोण उस समतल के स्थैतिक घर्षण कोण के बराबर होता है, $\therefore \alpha = \theta_s$।

प्रश्न 3. गाड़ी के रबड़ टायरों में पूरी हवा भरने से पेट्रोल की बचत होती है, क्यों?

उत्तर गाड़ी में बैठे व्यक्तियों के भार तथा गाड़ी के स्वयं के भार के कारण सड़क के सम्पर्क में आये टायरों के भाग कुछ चपटे हो जाते हैं तथा सड़क पर बने हल्के गड्ढों से टायर को ऊपर उठाने के लिए कुछ कार्य की आवश्यकता होती है। यदि टायरों में हवा पूरी भरी है तो टायर कम चपटे होंगे तथा इंजन को कम कार्य करना पड़ेगा, जिससे ईंधन कम खर्च होगा।

प्रश्न 4. घर्षण कम करने के लिए बॉल बियरिंग का प्रयोग किया जाता है, क्यों?

उत्तर बॉल बियरिंग का प्रयोग करके सर्पी घर्षण को लोटनी घर्षण में बदल लेते हैं, क्योंकि सर्पी घर्षण की अपेक्षा लोटनी घर्षण कम होता है।

प्रश्न 5. मशीनों में तेल या ग्रीस से घर्षण कम हो जाता है, जबकि घड़ियों में बढ़ जाता है। क्यों?

उत्तर तेल या ग्रीस वस्तुओं की सम्पर्क सतहों के बीच पतली झिल्ली बनाते हैं जिससे सम्पर्क क्षेत्र कम हो जाता है और घर्षण कम हो जाता है। घड़ियों का आकार बहुत छोटा होता है, उनमें तेल देने से सम्पर्क क्षेत्र बढ़ जाता है और घर्षण भी बढ़ जाता है।

प्रश्न 6. एक कार किसी समतल सड़क के मोड़ पर 20 मी/से की चाल से मुड़ रही है। यदि टायर और सड़क के बीच घर्षण गुणांक 0.5 हो तथा $g = 10$ मी/से^{2} तो कार के पथ की त्रिज्या ज्ञात कीजिए।

हल $v = 20$ मी/से

घर्षण गुणांक, $\mu_s = 0.5$ तथा $g = 10$ मी/से^{2}

$\therefore$ $$v = \sqrt{\mu_s rg}$$

अत: $$r = \frac{v^2}{\mu_s \times g} = \frac{20 \times 20}{0.5 \times 10} = 80 \text{ मी}$$

अत: कार के पथ की त्रिज्या **80 मीटर** होगी।

प्रश्न 7. खुरदरे (रूक्ष) क्षैतिज पृष्ठ पर रखे 20 किग्रा द्रव्यमान के गुटके को ठीक चलाने के लिए 98 न्यूटन के बल की आवश्यकता होती है। घर्षण गुणांक का मान परिकलित कीजिए। ($g = 9.8$ मी/से^{2})

हल यहाँ, सीमान्त घर्षण बल, $(f_s)_{max} = 98$ न्यूटन

तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया, $R = mg = 20 \times 9.8$ न्यूटन $= 196$ न्यूटन

ITI Question Bank.com

$$(f_s)_{max} = \mu_s R$$

$\therefore$ स्थैतिक घर्षण गुणांक, $\mu_s = \frac{(f_s)_{max}}{R} = \frac{98}{196}$ न्यूटन = **0.5 न्यूटन**

8. एक पिण्ड खुरदरे क्षैतिज तल पर 2.0 मी/से^{2} के मन्दन से गति कर रहा है। पिण्ड तथा तल के मध्य गतिज घर्षण गुणांक क्या होगा? (g = 10 मी/से^{2})

हल $a = 2.0$ मी/से^{2}, $g = 10$ मी/से^{2}

पिण्ड तथा तल के मध्य गतिज घर्षण गुणांक, $\mu_k = \frac{f_k}{R} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{2}{10}$ = **0.2 मी/से^{2}**

9. सीमान्त घर्षण बल तथा स्थैतिक घर्षण गुणांक को समझाइए।

अथवा **गतिज घर्षण और सीमान्त घर्षण बलों में कौन-सा घर्षण बल बड़ा होता है।** (UPBTE, Sem-I, 2016)

उत्तर सीमान्त घर्षण बल तथा स्थैतिक घर्षण गुणांक स्थैतिक घर्षण बल के अधिकतम मान को सीमान्त घर्षण बल कहते हैं। इसका मान वस्तु पर सम्पर्क तल की प्रतिक्रिया के अनुक्रमानुपाती होता है।

$$(f_s)_{max} \propto R \qquad \text{अथवा} \qquad (f_s)_{max} = \mu_s R$$

जहाँ, μ_s एक समानुपाती नियतांक है जिसको **स्थैतिक घर्षण गुणांक** (coefficient of static friction) कहते हैं।

प्रश्न 10. स्थैतिक घर्षण, सीमान्त घर्षण तथा गतिक घर्षण में किसका मान अधिकतम है?

उत्तर सीमान्त घर्षण।

प्रश्न 11. स्थैतिक घर्षण गुणांक तथा घर्षण कोण में क्या सम्बन्ध है? सूत्र लिखिए।

उत्तर $\mu_s = \tan\theta_s$

प्रश्न 12. बर्फ पर चलना क्यों कठिन है?

उत्तर घर्षण बल कम होने के कारण बर्फ पर चलना कठिन है।

प्रश्न 13. कौन-सा घर्षण बल स्वतः समायोजित होता है?

उत्तर स्थैतिक घर्षण बल।

प्रश्न 14. कौन-सा घर्षण बल न्यूनतम होता है?

उत्तर वेल्लन घर्षण बल।

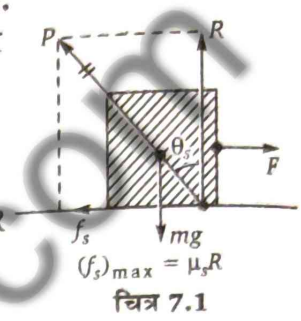
MyQuestionBank.com

1. घर्षण गुणांक और घर्षण कोण की परिभाषा लिखिए।

Write definition of friction coefficient and friction angle.

हल **घर्षण गुणांक** किसी वस्तु तथा तल के बीच घर्षण बल तथा तल की वस्तु पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया के अनुपात को घर्षण गुणांक कहते हैं।

$$\therefore \quad \mu_s = \left(\frac{f_s}{R} \right)$$



चित्र 7.1

घर्षण कोण सीमान्त घर्षण की अवस्था में, सीमान्त घर्षण बल f_s तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया R का परिणामी P, अभिलम्ब प्रतिक्रिया R के साथ जो कोण बनाता है, उसे घर्षण कोण कहते हैं। चित्र 7.1 में θ_s घर्षण कोण है।

2. घर्षण किसे कहते हैं? स्थैतिक तथा गतिक घर्षण से क्या तात्पर्य है? समझाइए।

What is known as friction? What is the meaning of static and kinetic friction? Explain.

उत्तर **घर्षण** Friction परस्पर सम्पर्क में रखी दो वस्तुओं के बीच आपेक्षिक गति का विरोध करने वाला बल घर्षण बल कहलाता है। यह उन दोनों वस्तुओं के अणुओं के बीच पारस्परिक क्रिया से उत्पन्न होता है।

स्थैतिक घर्षण Static Friction जब दो वस्तुएँ एक-दूसरे के सम्पर्क में विरामावस्था में होती हैं तो उनके बीच लगने वाले घर्षण बल को स्थैतिक घर्षण कहते हैं। इसे f_s से प्रदर्शित करते हैं।

गतिक घर्षण Kinetic Friction जब सम्पर्क में आये दो तलों के बीच एक बार आपेक्षिक गति प्रारम्भ हो जाती है तो तलों के बीच लगने वाला घर्षण बल घट जाता है तथा अब एकसमान गति बनाये रखने के लिए कुछ कम बल (F) की आवश्यकता होती है। गति के दौरान तलों के बीच लगने वाले घर्षण बल को '**गतिक घर्षण**' (kinetic friction) f_k कहते हैं तथा इसका मान सीमान्त स्थैतिक घर्षण-बल f_s से कम होता है। यह हम अपने दैनिक जीवन में भी अनुभव करते हैं कि किसी पिण्ड को विरामावस्था से चलाने की अपेक्षा उसे गतिमान रखने में कम बल की आवश्यकता होती है।

3. गतिक घर्षण गुणांक से क्या तात्पर्य है? समझाइए।

What is the meaning of kinetic friction coefficient? Explain.

उत्तर **गतिक घर्षण गुणांक** Coefficient of Kinetic Friction गति के दौरान सम्पर्क तलों के बीच लगने वाला गतिक घर्षण बल f_k परिमाण में स्थैतिक घर्षण बल $(f_s)_{max}$ से कम होता है। अत: गति आरम्भ होने के क्षण घर्षण-बल स्वत: समायोजित होकर f_k के बराबर हो जाता है। अत: ऐसी दशा में जब एक गुटका दूसरे के सम्पर्क में एकसमान गति में होता है, तब गतिक घर्षण बल, $f_k = \mu_k R$

जहाँ, समानुपाती नियतांक μ_k गतिक घर्षण गुणांक (coefficient of kinetic friction) कहलाता है तथा इसका मान स्थैतिक घर्षण गुणांक μ_s से कम होता है।

4. 2 किग्रा द्रव्यमान का एक गुटका फर्श पर रखा है। स्थैतिक घर्षण गुणांक 0.4 है। 2.5 न्यूटन का एक बल F चित्र 7.2 के अनुसार गुटके पर लगाया जाता है। (i) गुटके तथा फर्श के बीच घर्षण बल ज्ञात कीजिए। (ii) टुकडे को गति देने के लिए न्यूनतम आवश्यक बल ज्ञात कीजिए। ($g = 9.8$ मी/से^{2})

चित्र 7.2

A block of 2 kg mass is placed on the floor. Static friction coefficient is 0.4. A force F of 2.5 Newton is applied on block according to the figure.

(i) Find the friction force between block and floor.

(ii) Find the minimum required force to move the block. ($g = 9.8$ m/sec^2)

हल (i) गुटके का द्रव्यमान, $m = 2$ किग्रा तथा स्थैतिक घर्षण गुणांक, $\mu_s = 0.4$

फर्श की गुटके पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया, $R = mg$

ITI Question Bank.com

$$R = 2 \text{ किग्रा} \times 9.8 \text{ मी/से}^2 = 19.6 \text{ न्यूटन}$$

अत: सीमान्त (अधिकतम) स्थैतिक घर्षण बल, $f_s = \mu_s R = 0.4 \times 19.6$ न्यूटन = **7.84 न्यूटन**

गुटके पर आरोपित बल, $F = 2.5$ न्यूटन जो f_s से कम है। अत: इस बल F के अन्तर्गत गुटका नहीं चलता है। जब तक गुटका नहीं चलता है तब तक (समायोज्य) घर्षण बल सदैव आरोपित बल के बराबर रहता है।

इस प्रकार, **घर्षण बल 2.5 न्यूटन है।**

(ii) टुकड़े को गति देने के लिए न्यूनतम आवश्यक बल, $P' = (F - P) = (7.85 - 2.5) =$ **5.35 न्यूटन**

5. सीमान्त घर्षण के नियम लिखिए।

Write the laws of terminal friction.

अथवा **घर्षण के नियमों का उल्लेख कीजिए।** (UPBTE, Sem-I 2016)

State the laws of friction.

उत्तर **सीमान्त घर्षण के नियम** सीमान्त घर्षण के नियम निम्न प्रकार हैं

(i) सीमान्त (अधिकतम) स्थैतिक घर्षण बल का परिमाण, सम्पर्क तलों की प्रकृति तथा उनके खुरदरेपन (अथवा चिकनेपन) पर निर्भर करता है। यह तलों के आकार अथवा क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता।

(ii) दिये हुए तलों के लिए, घर्षण बल सम्पर्क-तलों के स्पर्शरेखीय (अथवा समान्तर) होता है तथा इसकी दिशा, उस दिशा के विपरीत होती है जिसमें गुटका चलने के लिए प्रेरित होता है।

(iii) दिये हुए तलो के लिए, सीमान्त स्थैतिक घर्षण बल f_s, अभिलम्ब प्रतिक्रिया R के अनुक्रमानुपाती होता है

$$f_s \propto R \quad \text{अथवा} \quad f_s = \mu_s R$$

जहाँ, अनुक्रमानुपाती नियतांक μ_s को '**स्थैतिक घर्षण-गुणांक**' (coefficient of static friction) कहते हैं। उपर्युक्त सूत्र केवल तभी लागू होता है जब f_s का मान अधिकतम (सीमान्त) हो। इससे पहले $f_s < \mu_s R$; अत: सामान्य रूप में $f_s \leq \mu_s R$.

6. लोटनिक या वेल्लन घर्षण बल से क्या तात्पर्य है? लोटनिक घर्षण गुणांक को समझाइए।

What is the meaning of rolling friction? Describe the rolling friction coefficient.

उत्तर **लोटनिक या वेल्लन घर्षण बल** यदि एक पिण्ड दूसरे पिण्ड के तल पर लुढ़कता है (rolls) या लुढ़कने की कोशिश करता है तो दोनों पिण्डों के सम्पर्क तलों के बीच जो घर्षण बल कार्य करता है, उसे लोटनिक घर्षण बल कहते हैं।

यह साधारण अनुभव की बात है कि किसी भारी वस्तु को खिसकाते हुए ले जाने की अपेक्षा लुढ़काते हुए ले जाने में सरलता होती है। इसका अर्थ है कि किन्हीं दो तलों के बीच सर्पी घर्षण की तुलना में लोटनिक घर्षण बहुत कम होता है।

लोटनिक घर्षण गुणांक Coefficient of Rolling Friction लोटनिक घर्षण बल f_r का मान गोले के तल पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया के समानुपाती होता है।

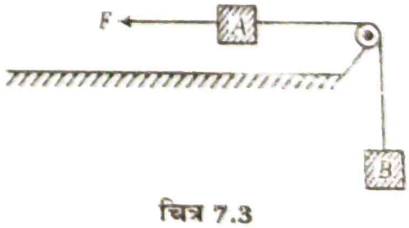
अत: $f_r \propto R$ अथवा $f_r = \mu_r R$

जहाँ, μ_r एक स्थिरांक है जिसे **लोटनिक घर्षण गुणांक** कहते हैं।

μ_r का मात्रक **मीटर** है और इसकी विमा $[M^0LT^0]$ है।

लोटनिक घर्षण गुणांक सर्पी घर्षण गुणांक की अपेक्षा कम होता है ($\mu_r < \mu_s$)। यही कारण है कि पहिये का आविष्कार अत्यन्त महत्त्वपूर्ण माना जाता है।

अ **7. चित्र 7.3 के अनुसार, ब्लॉक A पर एक नियत बल $F = 0.1$ किग्रा भार का लगाया गया है। पुली तथा डोरी नगण्य भार की हैं तथा मेज की सतह चिकनी है। ब्लॉक A का त्वरण ज्ञात कीजिए। प्रत्येक ब्लॉक का द्रव्यमान 0.2 किग्रा है।** (UPBTE 2014)



चित्र 7.3

According to the figure 7.3, a force $F = 0.1$ kg is applied on the block A. The pulley and rope are of negligible weights and the surface of the table is smooth. Find the acceleration of block A. The mass of each block is 2 kg.

UPQuestionBank.com

हल नियत बल, $F = 0.1$ किग्रा

प्रत्येक ब्लॉक का द्रव्यमान $m_1 = m_2 = 0.2$ किग्रा

ब्लॉक A का त्वरण $= \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times g = \frac{0.2}{m_1 + m_1} \times g$ $[\because\ m_1 = m_2]$

$= \frac{0.2}{2m_1} \times 10 = \frac{0.2}{2 \times 0.2} \times 10 =$ **5 मी^{2} /से**

8. क्षैतिज से 30° पर झुके आनत तल पर एक पिण्ड नीचे की ओर खिसक रहा है। यदि पिण्ड तथा तल के मध्य गतिज घर्षण गुणांक $\frac{\sqrt{3}}{4}$ हो तो पिण्ड के खिसकने का त्वरण ज्ञात कीजिए। ($g = 10$ मी-से$^{-2}$)

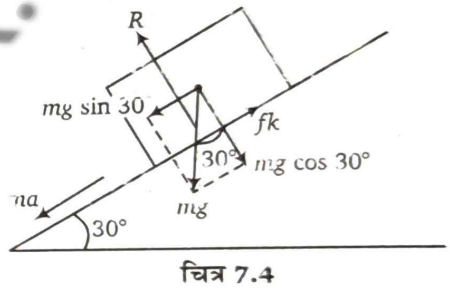
A body is sliding downwards on the interconnected plane which is inclined at 30° from the horizontal. If the kinetic friction coefficient is $\frac{\sqrt{3}}{4}$ between body and surface then, find the acceleration of sliding the body.

उत्तर पिण्ड पर निम्न बल कार्यरत् हैं

(i) पिण्ड का भार mg, ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर

(ii) तल की अभिलम्ब प्रतिक्रिया R, तल के लम्बवत् ऊपर की ओर

(iii) गतिज घर्षण बल f_k, तल के समान्तर ऊपर की ओर



चित्र 7.4

भार mg को दो घटकों में वियोजित कर सकते हैं: तल के समान्तर घटक $mg\sin 30°$ तथा तल के लम्बवत् घटक $mg\cos 30°$। इस प्रकार, पिण्ड पर तल के समान्तर नेट बल $mg\sin 30° - f_k$ (नीचे की ओर) है तथा तल के लम्बवत् नेट बल $R - mg\cos 30°$ है। यदि पिण्ड में तल के समान्तर (नीचे की ओर) त्वरण a है, तब न्यूटन के नियम से,

$$mg\sin 30° - f_k = ma \qquad \ldots(i)$$

$\because$ तल के लम्बवत् कोई गति नहीं है; अत: $R - mg\cos 30° = 0$

$$R = mg\cos 30°$$

घर्षण बल, $f_k = \mu_k R = \mu_k mg\cos 30°$

समी (i) में f_k का मान रखने पर,

$$mg\sin 30° - \mu_k mg\cos 30° = ma$$

$$a = g\sin 30° - \mu_k g\cos 30°$$

$$= 10 \times \frac{1}{2} - \sqrt{3}/4 \times 10 \times \sqrt{3}/2$$

$$= 5 - \frac{15}{4} = \frac{5}{4} =$$ **1.25 मी/से^{2}**

9. नत रुक्ष समतल पर नीचे की ओर खिसकते पिण्ड के त्वरण के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए, जबकि घर्षण गुणांक μ तथा झुकाव कोण θ है।

Derive an expression for acceleration of sliding object on the inclined rough surface, when friction coefficient is μ and angle of repose is θ.

उत्तर **नीचे की ओर खिसकते पिण्ड के लिए त्वरण** माना आनत तल का झुकाव कोण θ है, जो विराम कोण से कम है। अत: वस्तु को नीचे की तरफ चलाने के लिए एक बल P लगाया जाता है (चित्र 7.5)। अब विरोधी गतिक घर्षण बल f_k ऊपर की ओर कार्य करता है, अत: $f_k = \mu_k R$। पहले की तरह ही $W\cos\theta$ प्रतिक्रिया बल को सन्तुलित करता है। अत:

$$R = W\cos\theta$$

ITI Question Bank.com

इस समय आनत तल पर नीचे की ओर दो बल कार्य करते हैं—P और $W\sin\theta$।

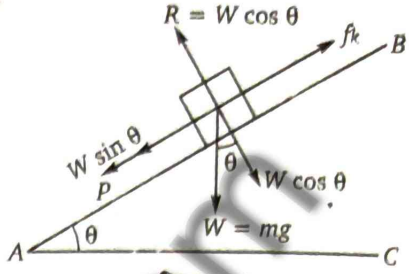
मान लो वस्तु पर नीचे की ओर परिणामी बल $\vec{F}$ है तो,

$$F = P + W\sin\theta - f_k = P + W\sin\theta - \mu_k R$$
$$= P + W\sin\theta - \mu_k W\cos\theta = P + W(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$$

इस बल के कारण यदि वस्तु नीचे की ओर $\vec{a}$ त्वरण से गति करे, तो $\vec{F} = m\cdot\vec{a}$

$$ma = P + W(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$$

या त्वरण,
$$a = \frac{P}{m} + g(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$$



चित्र 7.5

यदि हम कोई भी बाह्य बल नहीं लगाना चाहते हैं तो नीचे की ओर वस्तु की गति होने के लिए झुकाव कोण θ विराम कोण θ_0 से बड़ा अथवा बराबर होना चाहिए। इस स्थिति में, $F = 0$ तथा $\theta = \theta_0$ रखने पर

$$a = g\sin\theta_0 - \mu_k\cos\theta_0$$

यदि आनत तल पूर्णतया चिकना है तो $\mu_k = 0$

इस दशा में वस्तु का नीचे की ओर त्वरण $a = g\sin\theta_0$

10. M द्रव्यमान तथा R त्रिज्या का एक ठोस गोला 'θ' ढलान वाले नत-तल पर नीचे की ओर लुढ़कता है। दिखाइए कि तल पर इसका रेखीय त्वरण $a = \frac{5}{7}g\sin\theta$. (UPBTE 2006, 08, 12, 13, 16)

A solid sphere of mass 'M' and radius 'R' is sliding downwards from the flat surface which is inclined at an angle θ. Show that its linear acceleration on surface is $a = \frac{5}{7}g\sin\theta$.

हल नत तल पर लुढ़कते हुए दृढ़ पिण्ड का रेखीय त्वरण

$$a = \frac{g\sin\theta}{1 + \left(\frac{K^2}{r^2}\right)} \quad \ldots(i)$$

जहाँ, g = गुरुत्वीय त्वरण, θ = नत तल का झुकाव कोण, r = पिण्ड की त्रिज्या तथा K = पिण्ड की घूर्णन त्रिज्या

गोलाकार पिण्ड का जड़त्व आघूर्ण

$$MK^2 = \frac{2}{5}Mr^2$$
$$\frac{K^2}{r^2} = \frac{2}{5}$$

रेखीय त्वरण
$$(a) = \frac{g\sin\theta}{1 + \left(\frac{K^2}{r^2}\right)} = \frac{g\sin\theta}{1 + \frac{2}{5}} = \frac{5}{7}g\sin\theta$$

11. 10 किग्रा का एक गुटका ऐसे आनत तल पर फिसल रहा है, जो क्षैतिज से 30° के कोण पर झुका है। गुटके का त्वरण ज्ञात कीजिए। गुटके व तल के बीच गतिज घर्षण-गुणांक 0.5 है। (g = 9.8 मी/से^{2})

A block of 10 kg is sliding on the interconnected inclined surface, which inclined at an angle of 30° from the horizontal. Find the acceleration of block. The kinetic friction coefficient between block and surface is 0.5. (g = 9.8 m/sec^2)

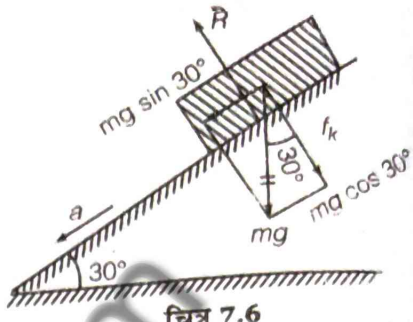
हल चित्र 7.6 के अनुसार गुटके पर निम्नलिखित बल कार्यरत हैं

(i) गुटके का भार mg, ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर।

ITI Question Bank.com

(ii) तल की अभिलम्ब प्रतिक्रिया R, तल के लम्बवत् ऊपर की ओर।
(iii) गतिक घर्षण बल f_k, तल के समान्तर ऊपर की ओर (गति के विपरीत)।

भार mg को दो घटकों में वियोजित कर सकते हैं—तल के समान्तर घटक $mg \sin 30°$ तथा तल के लम्बवत् घटक $mg \cos 30°$। इस प्रकार, गुटके पर तल के समान्तर परिणामी बल $mg \sin 30° - f_k$ (नीचे की ओर) है तथा तल के लम्बवत् परिणामी बल $R - mg \cos 30°$ है। यदि गुटके में तल के समान्तर (नीचे की ओर) त्वरण a है, तब न्यूटन के गति विषयक द्वितीय नियम से,



चित्र 7.6

$$mg \sin 30° - f_k = ma \quad \ldots(i)$$

चूँकि तल के लम्बवत् कोई गति नहीं है,

अत: $R - mg \cos 30° = 0$

अथवा $R = mg \cos 30°$

अब, घर्षण बल $f_k = \mu_k R = \mu_k \, mg \cos 30°$

f_k का यह मान समी (i) में रखने पर,

$$mg \sin 30° - \mu_k \, mg \cos 30° = ma$$

अथवा $a = g \sin 30° - \mu_k \, g \cos 30°$

$= 9.8 (0.5 - 0.5 \times 0.866)$

$= \mathbf{0.657}$ मी/से^{2}

12. स्थैतिक और गतिज घर्षण में भेद बताइए। सीमान्त घर्षण गुणांक की परिभाषा दीजिए।

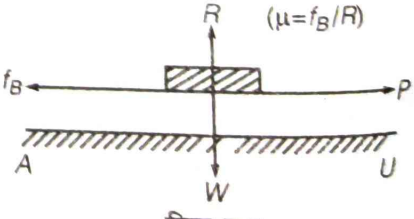
Differentiate between static and kinetic friction. Define terminal friction coefficient. (UPBTE 2012)

उत्तर

स्थैतिक तथा गतिज घर्षण में अन्तर

क्र० सं०	स्थैतिक घर्षण	गतिज घर्षण
1.	यह घर्षण तब कार्य करता है जब एक वस्तु दूसरी वस्तु की सतह पर स्थित रहती है।	जब कोई वस्तु किसी सतह पर गतिशील हो जाती है तो उसे अचर गति में बनाये रखने के लिए जितने घर्षण बल की आवश्यकता होती है, उसे गतिज घर्षण कहते हैं।
2.	स्थैतिक घर्षण का मान शून्य से सीमान्त घर्षण के बीच कुछ भी हो सकता है।	गतिज घर्षण का मान अचर रहता है।
3.	स्थैतिक घर्षण सीमान्त घर्षण की अवस्था में बाह्य बल के अनुसार अपने मान को स्थिर रखता है जिससे वस्तु गतिशील न हो।	गतिज घर्षण का मान सदैव सीमान्त घर्षण से कम होता है।

सीमान्त घर्षण गुणांक माना चित्र 7.7 में AU तल पर एक W भार का ब्लॉक P बल द्वारा खींचा जाता है तब उसके विपरीत दिशा में f_s परिमाण का घर्षण बल कार्य करता है तथा R अभिलम्ब प्रतिक्रिया ऊपर की तरफ ऊर्ध्वाधर कार्य करती है। सीमान्त घर्षण f_s तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया R के अनुपात को तलों के बीच सीमान्त घर्षण गुणांक कहते हैं जिसे μ से प्रदर्शित करते हैं।



चित्र 7.7

टन 13. स्थैतिक तथा गतिज घर्षण की परिभाषा दीजिए। (UPBTE 2009)

2 किग्रा का एक गुटका क्षैतिज तल पर स्थित है। गुटके तथा तल के मध्य स्थैतिक एवं गतिज घर्षण गुणांक क्रमशः 0.15 तथा 0.12 है। गणना कीजिए

(i) गुटके को गति देने के लिए न्यूनतम क्षैतिज बल

(ii) गुटके को समरूप 0.8 मी/से^{2} त्वरण से चलाने के लिए आवश्यक क्षैतिज बल। ($g = 10$ मी/से^{2})

TIQuestionBank.com

Define static and kinetic friction. A block of 2 kg is placed on horizontal plane. The static and kinetic friction coefficients between block and plane are 0.15 and 0.12 respectively. Evaluate

(i) Minimum horizontal force to give motion to block.

(ii) Required horizontal force to drive a block with uniform acceleration of 0.8 m/s^2. (g = 10 m/s^2)

उत्तर **स्थैतिक घर्षण** जब दो पिण्ड या सतहें विरामावस्था में एक-दूसरे के सम्पर्क में हों, तो पिण्ड या सतह को सरकने या चलने से रोकने में जो घर्षण बल कार्य करता है, वह स्थैतिक घर्षण कहलाता है।

गतिज घर्षण जब दो पिण्ड या सतहें जो आपस में सम्पर्क में हों तथा एक सतह चलनी शुरू हो जाती है तथा दूसरी विरामावस्था में हो, तो चलने वाली सतह के द्वारा उत्पन्न बल, गतिज घर्षण कहलाता है। गतिज घर्षण का मान सदैव स्थैतिक घर्षण से कम होता है।

प्रश्नानुसार, गुटके का भार = 2 किग्रा × 10 = 20 न्यूटन

स्थैतिक घर्षण गुणांक, $\mu_s = 0.15$

गतिज घर्षण गुणांक, $\mu_d = 0.12$

क्षैतिज बल की अभिलम्ब प्रतिक्रिया, R = 20 न्यूटन

(i) गुटके को चलाने के लिए आवश्यक बल, $F_1 = \mu_s \times R = 0.15 \times 20 = 3$ न्यूटन अर्थात् F_1 = **3 न्यूटन**

(ii) गुटके को 0.8 मी/से^{2} के त्वरण से चलाने हेतु आवश्यक बल,

$F_2 = \mu_d \times R \times a = 0.12 \times 20 \times 0.8 =$ **1.92 न्यूटन**

14. घर्षण के नियम लिखिए। एक 45° ढलान वाले खुरदरे तल पर फिसलने के लिए, एक द्रव्यमान, समान चिकने तल की अपेक्षा n गुना अधिक समय लेता है। गतिज घर्षण गुणांक का मान ज्ञात कीजिए। (UPBTE 2006)

Write the laws of friction. In order to slide on the rough surface which is inclined at 45°, a mass would take n times more time in comparision to uniform smooth plane.

उत्तर **घर्षण के नियम** घर्षण के निम्न नियम हैं

1. दो पिण्ड या सतहें जब सम्पर्क में होते हैं तो घर्षण की दिशा हमेशा फिसलने की दिशा के विरुद्ध होती है।
2. सन्तुलन में, घर्षण बल, हमेशा पिण्ड या वस्तु को चलने से रोकता है।
3. सीमान्त घर्षण का परिमाण, अभिलम्बीय प्रतिक्रिया (normal reaction) 'R' के सदैव समानुपाती होता है तथा इनका अनुपात सदैव अचर रहता है। इनका अनुपात सम्पर्क में रहने वाले पदार्थों पर निर्भर करता है। ($F = R$ = एक स्थिरांक जिसे घर्षण गुणांक कहते हैं तथा इसे μ से प्रदर्शित करते हैं।)
4. सीमान्त घर्षण का परिमाण (यदि अभिलम्बीय प्रतिक्रिया में कोई परिवर्तन नहीं होता है) सम्पर्क तलों के आकार तथा सतह के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है, बल्कि स्वतन्त्र रहता है।
5. जब दो सतहें गति मे होती हैं तो सीमान्त या चरम घर्षण तथा अभिलम्बीय प्रतिक्रिया का अनुपात थोड़ा कम होता है।
6. सीमान्त घर्षण बल पिण्डों के पदार्थ तथा सम्पर्क सतहों की रुक्षता (roughness) पर निर्भर करता है।
7. सापेक्ष गति की दशा में, घर्षण बल हमेशा पिण्ड की गति की दिशा के विपरीत दिशा में कार्य करता है।
8. घर्षण बल, फिसलन की गति के लिए स्वतन्त्र होता है।
9. साधारण गति के लिए गतिज घर्षण बल का मान अचल होता है।

प्रश्नानुसार, $\theta = 45°$

माना खुरदरे नत तल के लिए त्वरण एवं समय क्रमशः a_1 तथा t_1 हैं तथा चिकने नत तल के लिए त्वरण एवं समय क्रमशः a_2 तथा t_2 हैं।

अब खुरदरे नत तल में नीचे की ओर चलने के लिए,

$$mg\sin\theta - \mu R = ma_1 \quad \ldots(i)$$

[m = पिण्ड का द्रव्यमान]

ITI Question Bank.com

या $$mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_1$$

जहाँ, $$R = \mu R = mg\cos\theta$$

इसी प्रकार, चिकने नत तल में नीचे की ओर चलने के लिए,

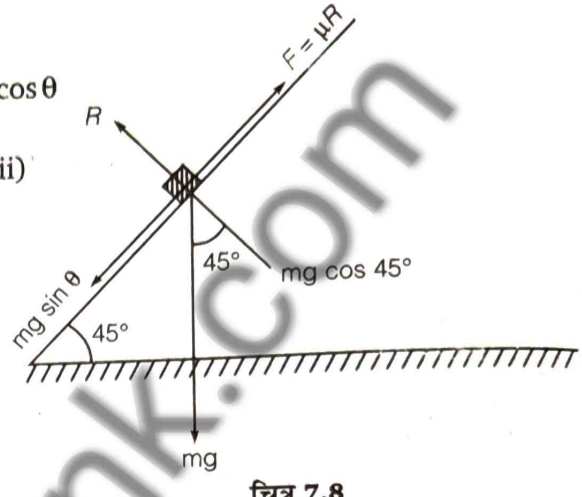
$$mg\sin\theta = ma_2 \quad \ldots(ii)$$

समी (i) को (ii) से भाग देने पर,

$$\frac{mg\sin\theta}{mg\sin\theta} - \frac{\mu mg\cos\theta}{mg\sin\theta} = \frac{ma_1}{ma_2}$$

या $$1 - \mu\cot\theta = \frac{a_1}{a_2}$$

या $$1 - \mu\cot 45° = \frac{a_1}{a_2} \quad \text{या} \quad 1 - \mu = \frac{a_1}{a_2} \quad \ldots(iii)$$



चित्र 7.8

सूत्र $S = \mu t + \frac{1}{2}at^2$ से, पिण्ड द्वारा चली गई दूरी,

$$S = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = \frac{1}{2}a_2 t_2^2$$

या $$\frac{a_1}{a_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{t^2}{n^2t^2} = \frac{1}{n^2} \quad \ldots(iv)$$

समी (iv) में $\frac{a_1}{a_2}$ का मान रखने पर,

$$1 - \mu = \frac{1}{n^2} \quad \text{या} \quad \mu = 1 - \frac{1}{n^2}$$

अत: $$\mu = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

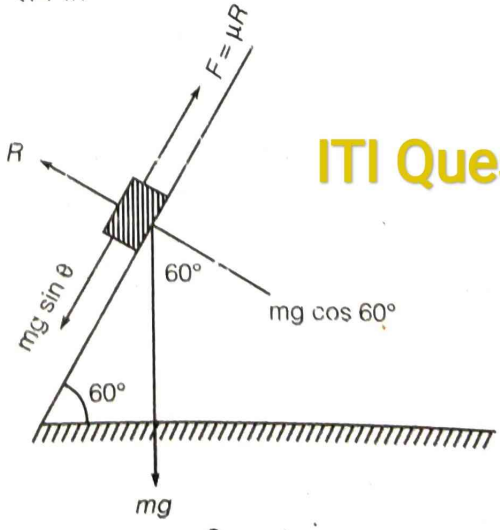
15. क्षैतिज से 60° कोण वाले एक अवनत तल पर *m* द्रव्यमान का एक पिण्ड समान वेग से नीचे आता है। नत तल और पिण्ड के बीच घर्षण गुणांक ज्ञात कीजिए। (UPBTE 2005)

A body having mass *'m'* comes downward with uniform velocity on accumbent plane at 60° angle from horizontal. Find the friction coefficient between inclined plane and body.

हल दिया है, पिण्ड का द्रव्यमान = m तथा कोण, $\theta = 60°$

जब पिण्ड नीचे की ओर समान गति से फिसलता है, तो निम्न बल पिण्ड पर लगते हैं

1. पिण्ड का भार m नीचे की ओर लगेगा।



चित्र 7.9

ITI Question Bank.com