

NEW

Semester - II

Engineering Mechanics

UNIT - III

Friction

Friction and its relevance in engineering, types and laws of friction, limiting equilibrium, limiting friction, co-efficient of friction, angle of friction, angle of repose, relation between co-efficient of friction and angle of friction. Equilibrium of bodies on level surface subjected to force parallel and inclined to plane. Equilibrium of bodies on inclined plane subjected to force parallel to the plane only.

घर्षण के नियम (Laws of Friction)

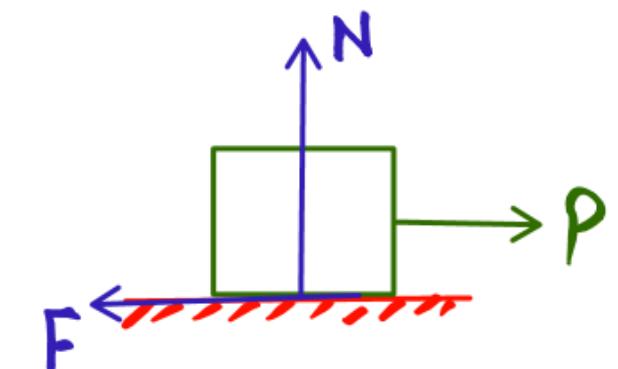
- ✓ घर्षण बल ((Friction Force) सम्पर्क सतह के मध्य लगने वाली अभिलम्ब प्रतिक्रिया Normal Reaction) के समानुपाती (Directly proportional) होता है।

The friction force is directly proportional to the normal reaction between the contact surfaces.

$$F \propto N$$

or

$$F = \mu N$$



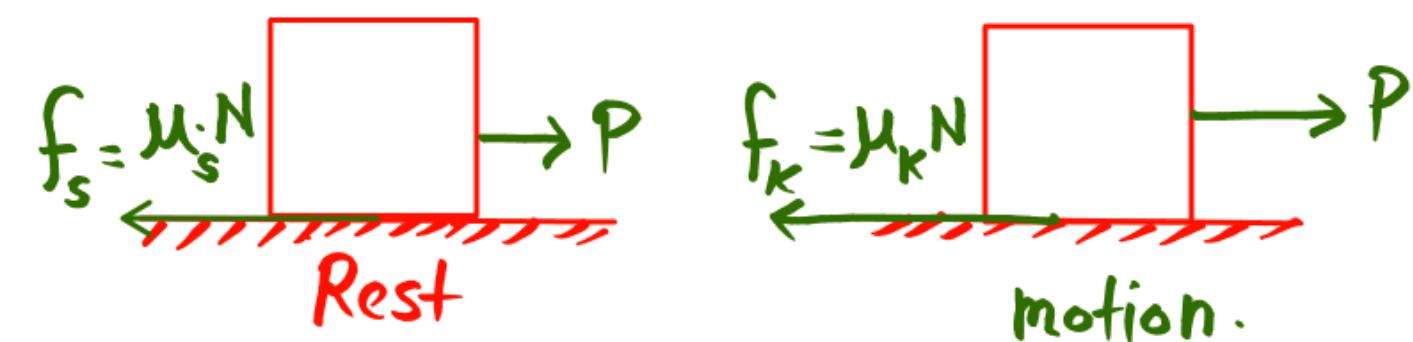
- ✓ घर्षण बल, गति का विरोध करता है तथा पिण्ड की गति के विपरीत दिशा में (opposite direction में) लगता है।

Friction force opposes the motion and acts in the opposite direction to the motion of the body.

- घर्षण बल सम्पर्क सतह की **रुक्षता (Roughness)** पर निर्भर करता है।
The friction force depends on the roughness of the contact surface.

- गतिक घर्षण गुणांक (μ_k) का मान स्थैतिकी घर्षण गुणांक (μ_s) से कम होता है।
The value of coefficient of kinetic friction (μ_k) is less than the coefficient of static friction (μ_s).

$$\mu_k < \mu_s$$



- गति बढ़ाने पर घर्षण बल का मान घटता है, तथा गति कम करने पर बढ़ता है।
The value of friction force decreases on increasing the speed, and increases on decreasing the speed.

पिंडों का सन्तुलन (Equilibrium of bodies)

(1) ब्लॉक का सन्तुलन (Equilibrium of blocks) :-

- ब्लॉक पर बल निकाय (System of Forces), एक बिन्दु पर कार्य करता हुआ माना जाता है।
इसलिए ब्लॉक पर संगामी बलों के प्रतिबन्ध ($\Sigma F_x = 0$ & $\Sigma F_y = 0$) का प्रयोग करते हैं।
**The system of forces on the block is considered to be acting at a point.
Hence, we use the condition of concurrent forces on the block ($\Sigma F_x = 0$ & $\Sigma F_y = 0$).**

(2) सीढ़ी का सन्तुलन (Equilibrium of Ladder) :-

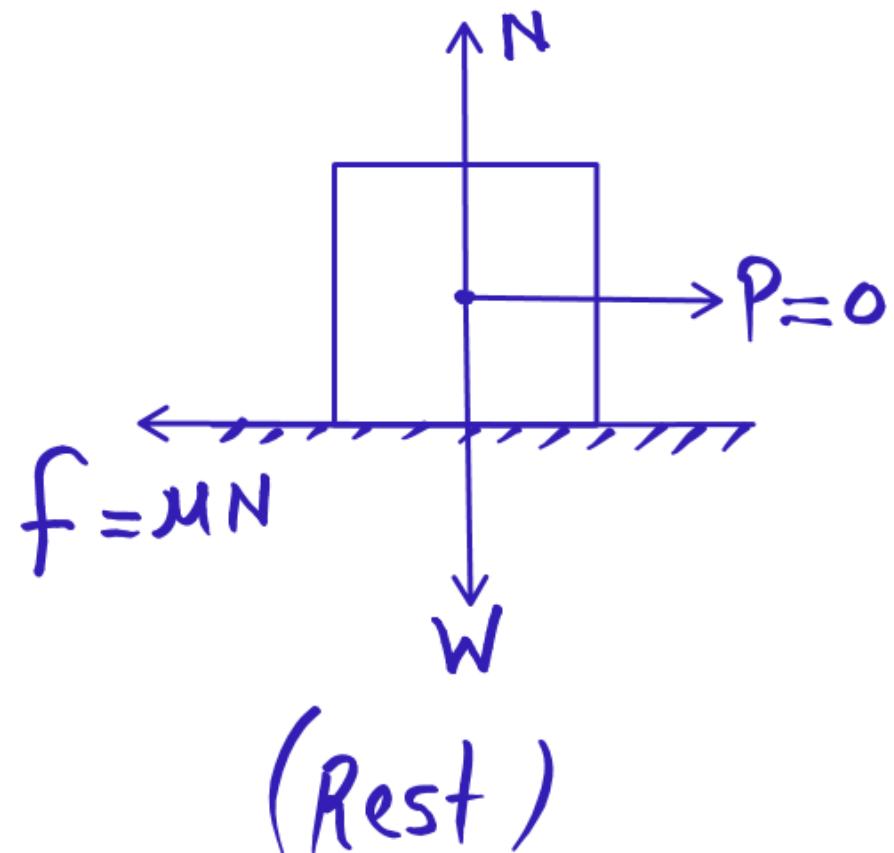
- सीढ़ी पर असंगामी बलों के प्रतिबन्ध ($\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$ & $\Sigma M = 0$) का प्रयोग करते हैं।

Let us use the non-concurrent force constraints on the ladder ($\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$ & $\Sigma M = 0$).

रुक्ष क्षेत्रिज तल पर पिण्डों का सन्तुलन

Equilibrium of bodies on Rough Horizontal Plane)

(1) जब ब्लॉक विरामावस्था में हो (Block is in Rest) :-



in Equilibrium Condition (सन्तुलन की अवस्था में)

$$\sum F_x = 0 \text{ से}$$

(वापी और भग्ने वाले बल = दापी और भग्ने वाले बल)

$$f = P \quad (\because P = 0)$$

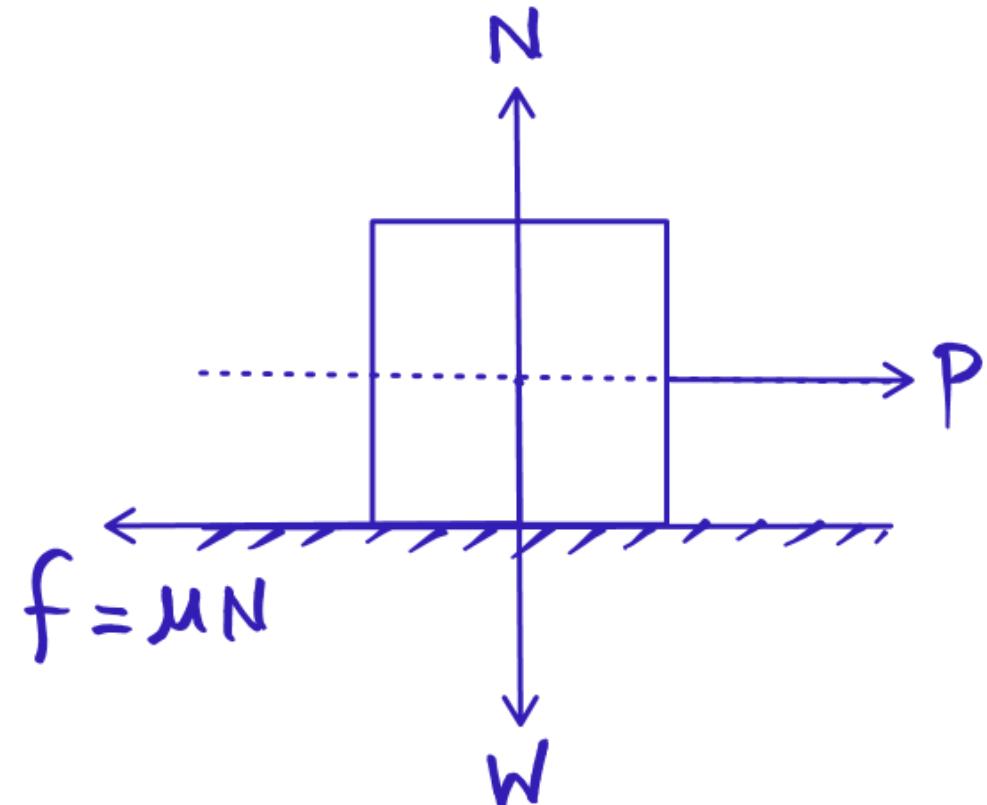
$$f = 0 \quad \text{---} ①$$

$\sum F_y = 0 \text{ से } (\text{उपर की ओर भग्ने वाले बल} = \text{नीचे की ओर भग्ने वाले बल})$

$$N = W \quad \text{---} ②$$

(2) जब एक बल P क्षैतिज तल के समान्तर लग रहा है।

(Acting a Force (P) parallel to Horizontal Plane) :-



In Equilibrium condition (सन्तुलन की अवस्था में)

$$\sum F_x = 0 \text{ से}$$

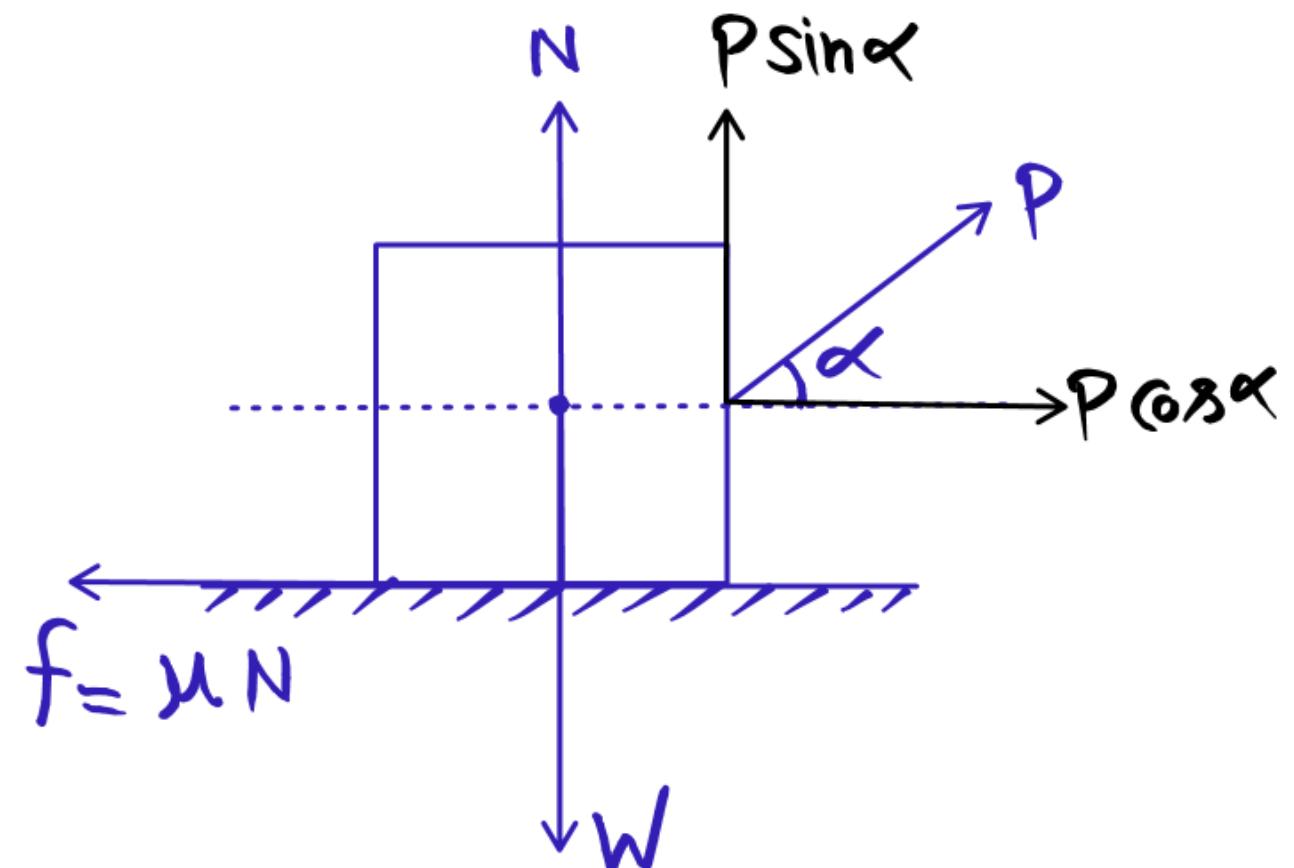
$$f = P \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$N = W \quad \text{--- (2)}$$

(3) जब तनाव बल P क्षैतिज तल से किसी कोण α पर लगा है। -

(when acting a tensile Force P at a Angle from Horizontal Plane) :-



In Equilibrium condition

$$\sum F_x = 0 \text{ से}$$

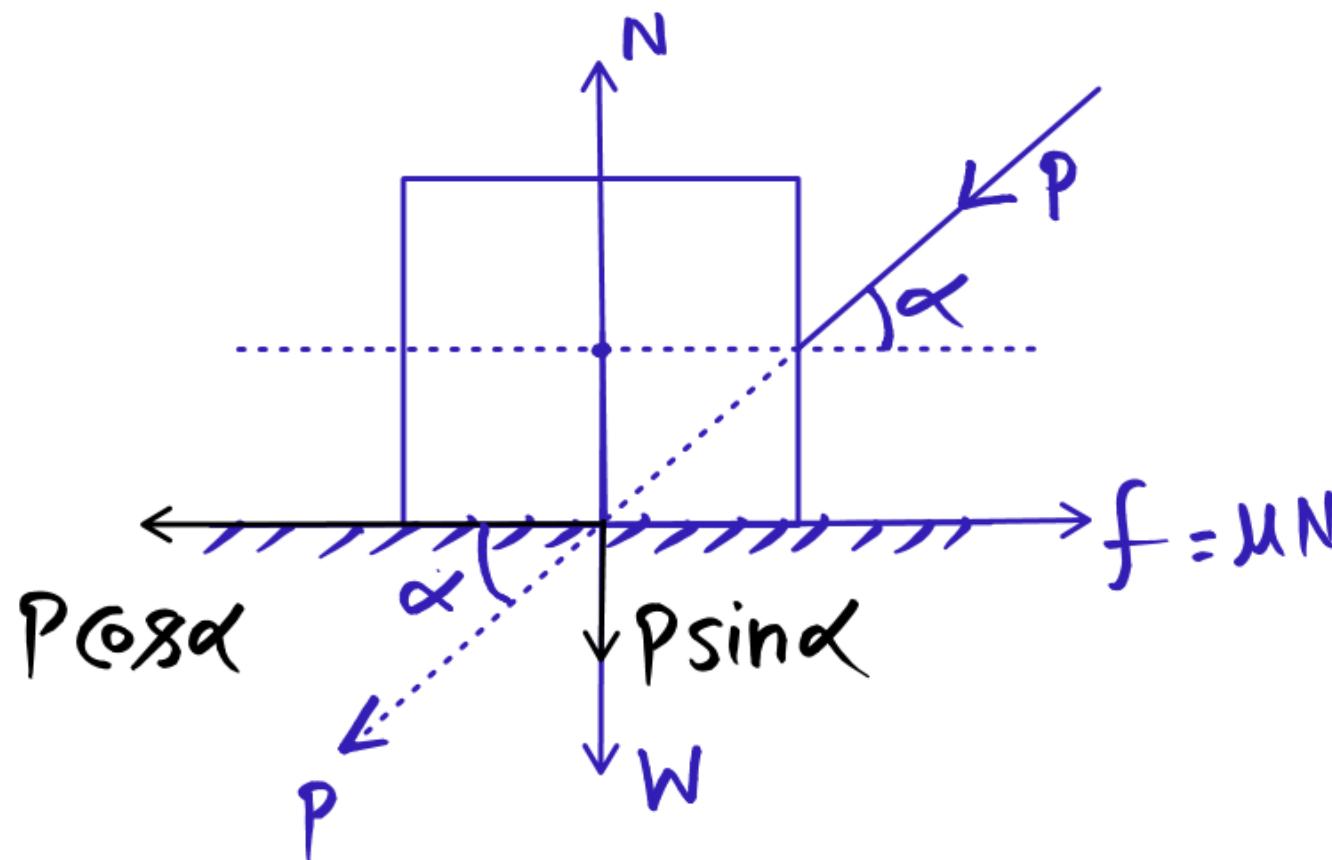
$$f = P \cos \alpha \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$N + P \sin \alpha = W \quad \text{--- (2)}$$

(4) जब संपीडन बल P क्षैतिज तल से किसी कोण α पर लगा हो

(When acting a compressive force p at α angle from horizontal plane) :-



In Equilibrium condition

$$\sum F_x = 0 \text{ से}$$

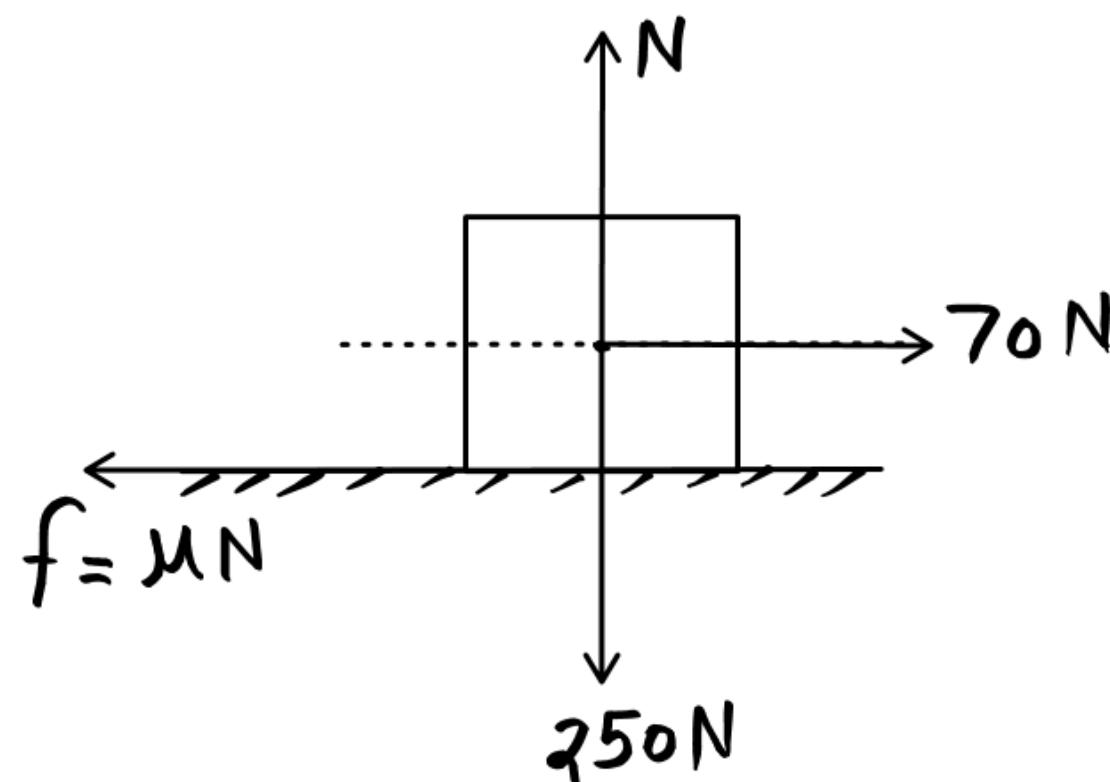
$$P \cos \alpha = f \quad \text{--- (1)}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$N = W + P \sin \alpha \quad \text{--- (2)}$$

Q.1 :- एक रुक्ष क्षेत्रिज समतल पर 250N का पिण्ड रखा है। यदि पिण्ड के ऊपर 70 N का क्षेत्रिज बल लगाया जाये तो घर्षण गुणांक का मान ज्ञात कीजिए।

A body of 250N is placed on a rough horizontal plane. If a horizontal force of 70N is applied on the body, then find the value of the friction coefficient.



$$\mu = ?$$

In Equilibrium condition

$$\sum F_x = 0 \text{ से}$$

$$f = 70$$

$$\mu N = 70 \quad \text{---} ①$$

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$N = 250 \text{ N}$$

$$\mu \times 250 = 70$$

$$\mu = \frac{70}{250}$$

$$\mu = 0.28 \quad \underline{\text{Ans}}$$

समी ① से उत्तर ५८

Q.2 :- एक रुक्ष समतल पर 250N का पिण्ड रखा है। यदि पिण्ड तथा क्षैतिज सतह के बीच घर्षण गुणांक 0.35 हो तो क्षैतिज तल के समान्तर लगाये जाने वाले बल की गणना कीजिए जो पिण्ड अपनी स्थिति से हटा दे।

A body of 250N is placed on a rough plane. If the coefficient of friction between the body and the horizontal surface is 0.35, then calculate the force applied parallel to the horizontal plane to remove the body from its position.

Q.3 :- एक रुक्ष समतल पर 25kg का पिण्ड रखा है। यदि समतल पर पिण्ड को खींचने के लिए 70N का बल जो कि क्षैतिज तल से 35° पर नत है, पर्याप्त है तो घर्षण गुणांक का मान ज्ञात कीजिए।

A 25kg body is placed on a rough plane. If a force of 70N is sufficient to pull the body on the plane which is inclined at 35° from the horizontal plane, then find the value of the friction coefficient.

Q.4 :- 100N भार वाला एक पिण्ड एक रुक्ष समतल पर रखा है। समतल पर पिण्ड को ढकेलने के लिए 30N का बल, जो कि क्षैतिज से 30° पर नत है, पर्याप्त है। घर्षण गुणांक का मान ज्ञात कीजिए।

A body weighing 100N is placed on a rough plane. A force of 30N is sufficient to push the body on the plane, which is inclined at 30° to the horizontal. Find the value of the friction coefficient .