

NEW

Semester - II

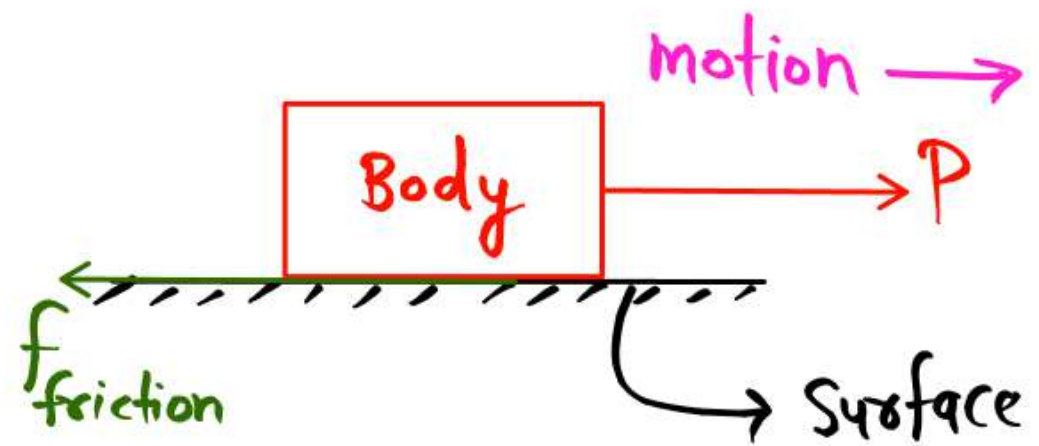
Engineering Mechanics

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.

Friction (घर्षण)



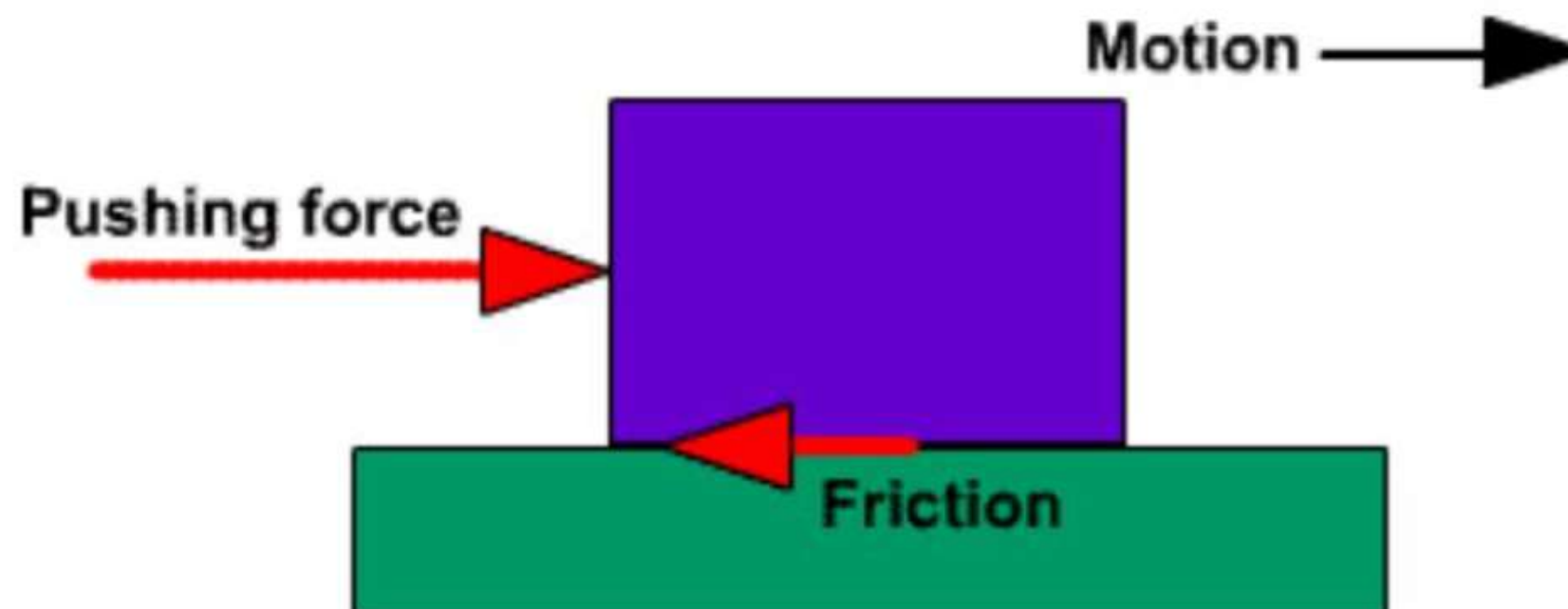
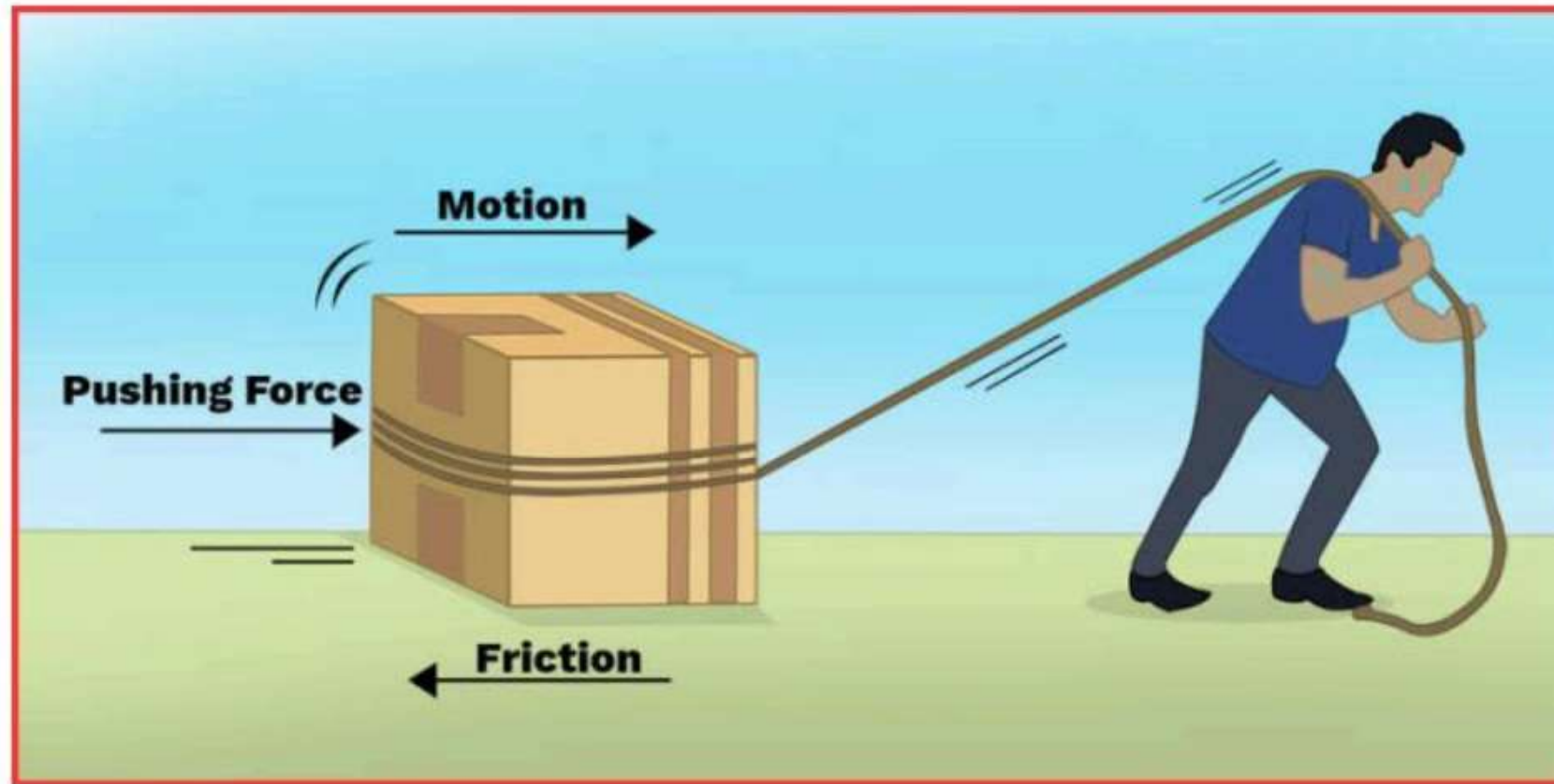
Friction (घर्षण)

- घर्षण (Friction) एक ऐसा बल है जो दो सतहों के बीच सापेक्ष गति का विरोध करता है, यानी जब दो वस्तुएं एक दूसरे के संपर्क में आकर गति करती हैं तो उस गति की दिशा के विपरीत एक बल कार्य करता है, जिसे घर्षण कहते हैं।

Friction is a force that opposes the relative motion between two surfaces, that is, when two objects move in contact with each other, a force acts opposite to the direction of that motion, which is called friction.

- घर्षण सम्पर्क सतह की रूक्षता (Roughness) पर निर्भर करता है।

Friction depends on the roughness of the contact surface.



✓ घर्षण गुणांक (Coefficient of Friction)

- सीमान्त घर्षण बल (Limiting Friction force) तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया के अनुपात को घर्षण गुणांक (μ) कहते हैं।

The ratio of limiting friction force and normal reaction is called coefficient of friction (μ).

✓

$$\mu = f / N$$
$$\mu = \frac{\text{friction force}}{\text{Normal reaction}}$$

$f \propto N$

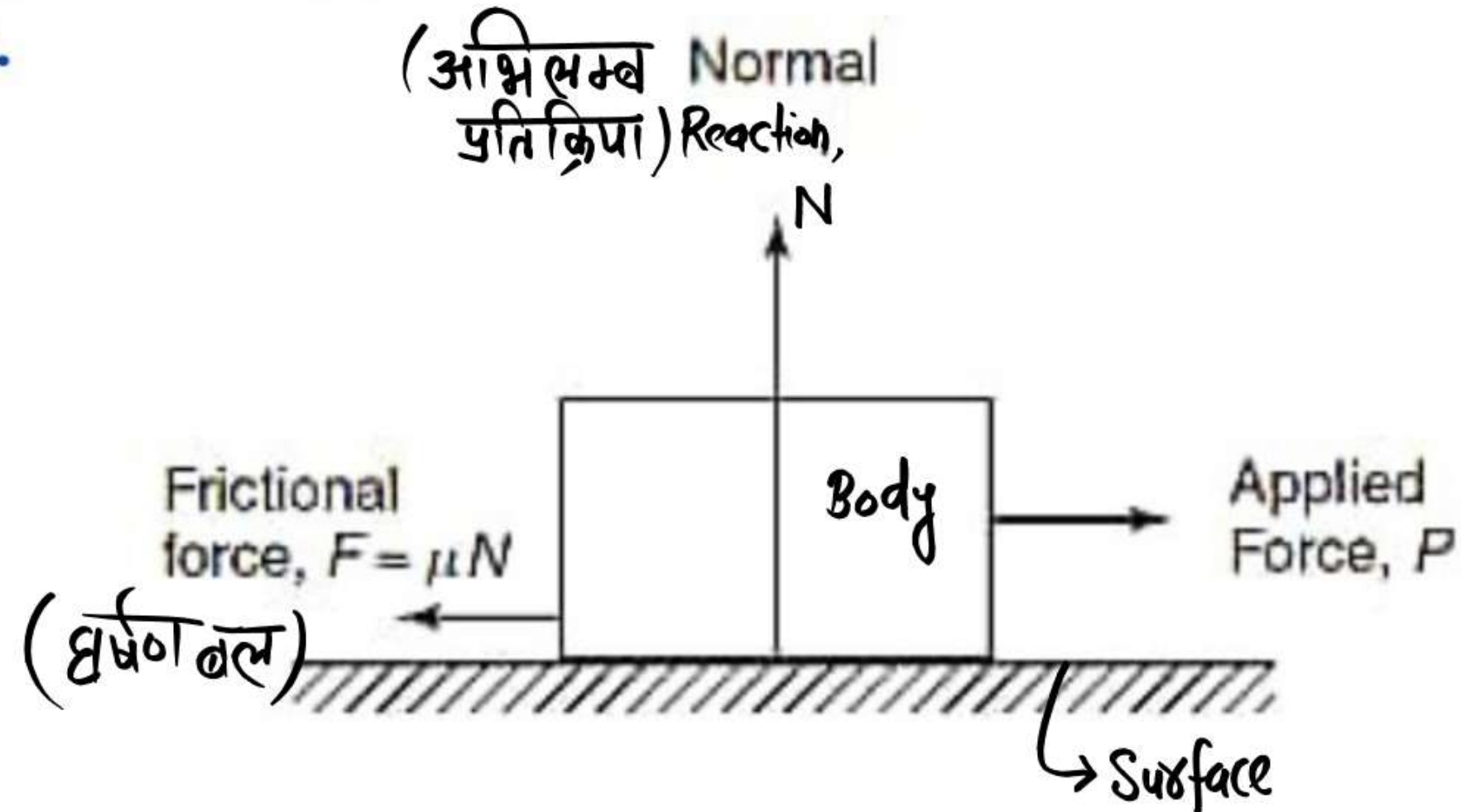
friction force \rightarrow f friction $= \mu N$

normal Reaction \rightarrow N

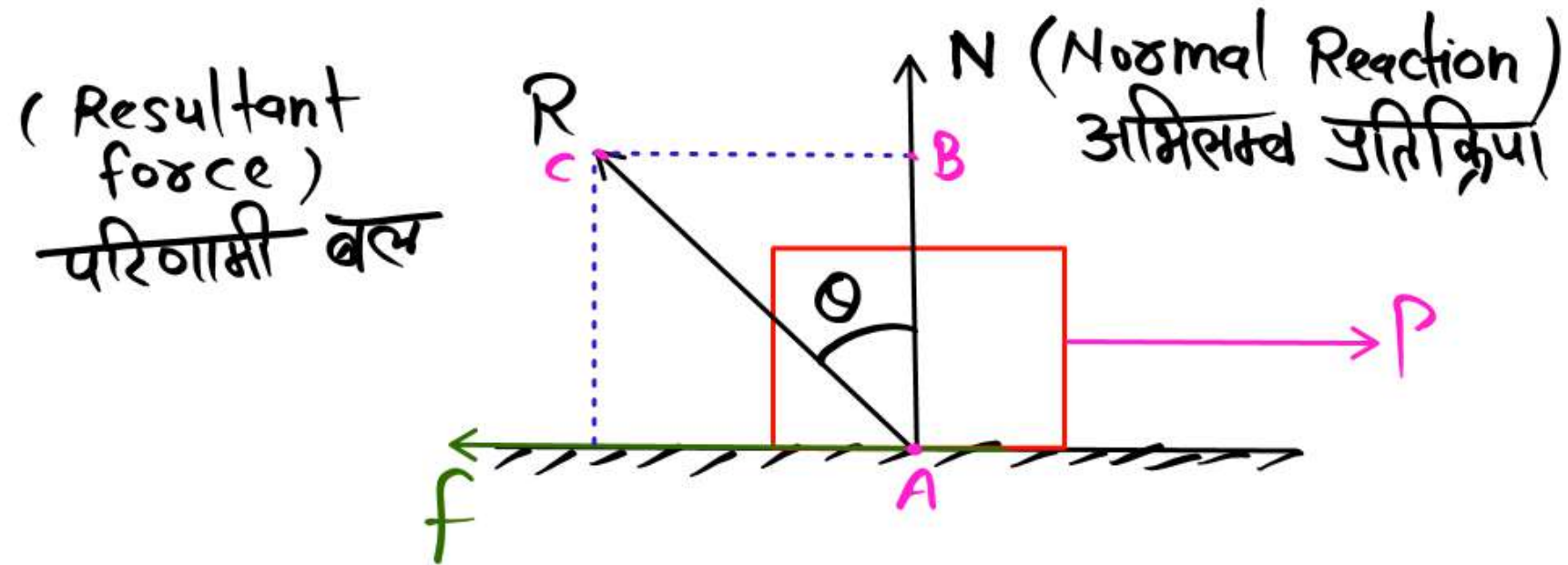
coefficient of friction \rightarrow μ

- घर्षण गुणांक का मान जितना अधिक होगा, सतहों के बीच घर्षण उतना ही अधिक होगा, और उन्हें एक-दूसरे के सापेक्ष फिसलने में उतना ही अधिक प्रतिरोध होगा।

The higher the value of the coefficient of friction, the greater will be the friction between the surfaces, and the greater will be their resistance to sliding relative to each other.



Angle of friction (घर्षण कोण) :-



friction force
(घर्षण बल)

ΔABC से

$$\tan \theta = \frac{BC}{AB}$$

$$\tan \theta = \frac{f}{N}$$

$$\tan \theta = \mu$$

$$\theta = \tan^{-1} \mu$$

$$(\because f = \mu N)$$

घर्षण कोण (Angle of Friction)

- ✓ सीमान्त घर्षण बल (Limiting Friction) तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया (Normal Reaction) के परिणामी (R) तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया (N) के बीच के कोण को घर्षण कोण कहते हैं।

The angle between the resultant (R) and normal reaction (N) of limiting friction force and normal reaction is called the angle of friction.

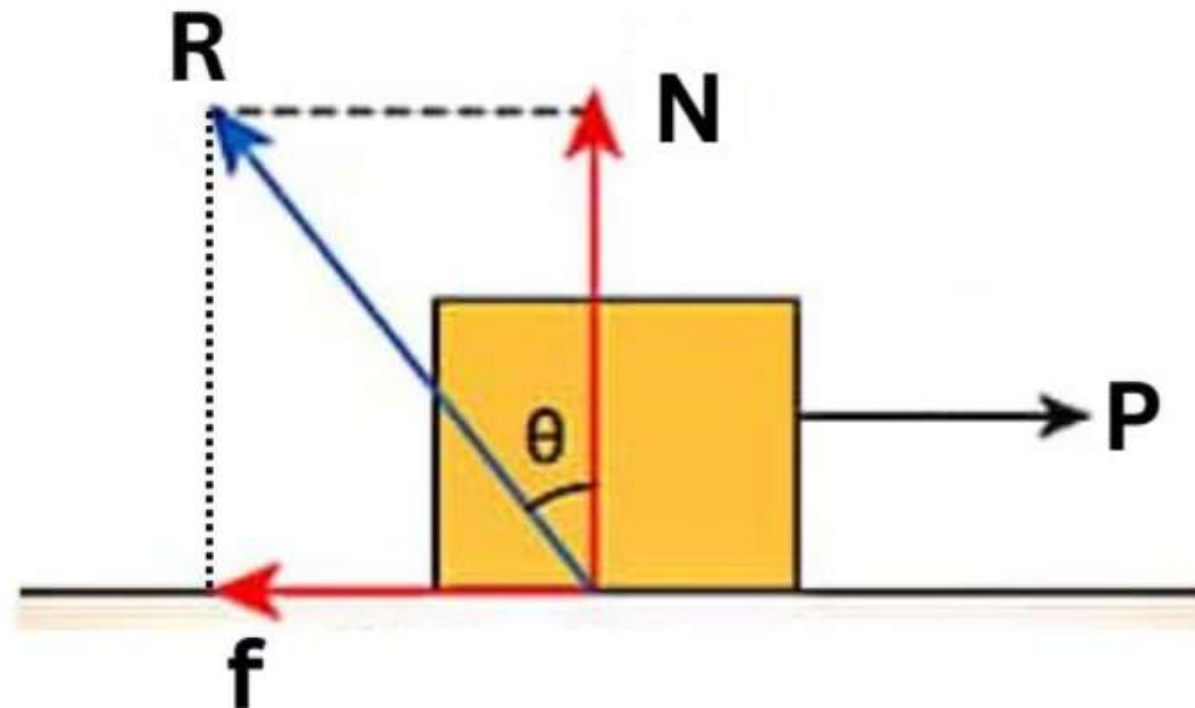
$$\tan\theta = f / N = \mu$$

या

$$\tan\theta = \mu$$

या

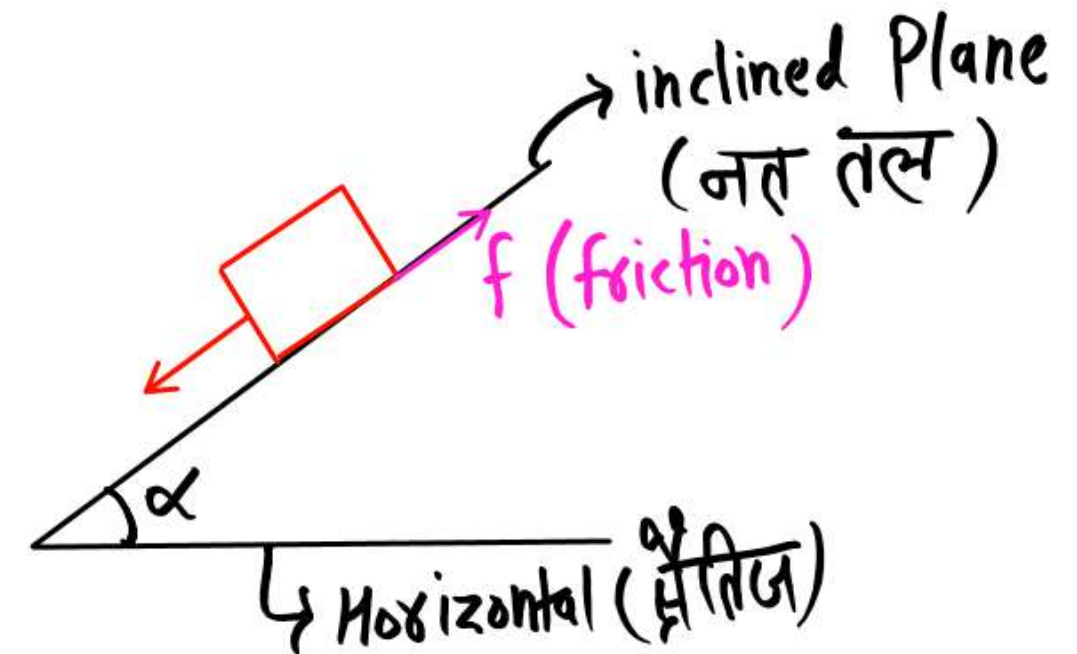
$$\theta = \tan^{-1}\mu$$



विश्रांति कोण (angle of Repose)

- ✓ जब एक ढलान पर रखा हुआ कोई पिंड, अपने भार के कारण, बिना किसी बाहरी बल के नीचे की ओर फिसलना शुरू कर देता है, तो ढलान और क्षैतिज के बीच का वह न्यूनतम कोण विश्राम कोण कहलाता है।

When a body placed on a slope starts sliding downwards due to its weight without any external force, then the minimum angle between the slope and the horizontal is called the angle of repose.



In Equilibrium Condition
(सन्तुलन की अवस्था में)

$\Sigma F_x = 0$ से

$$\mu N = W \sin \alpha \quad \text{--- ①}$$

$\Sigma F_y = 0$ से

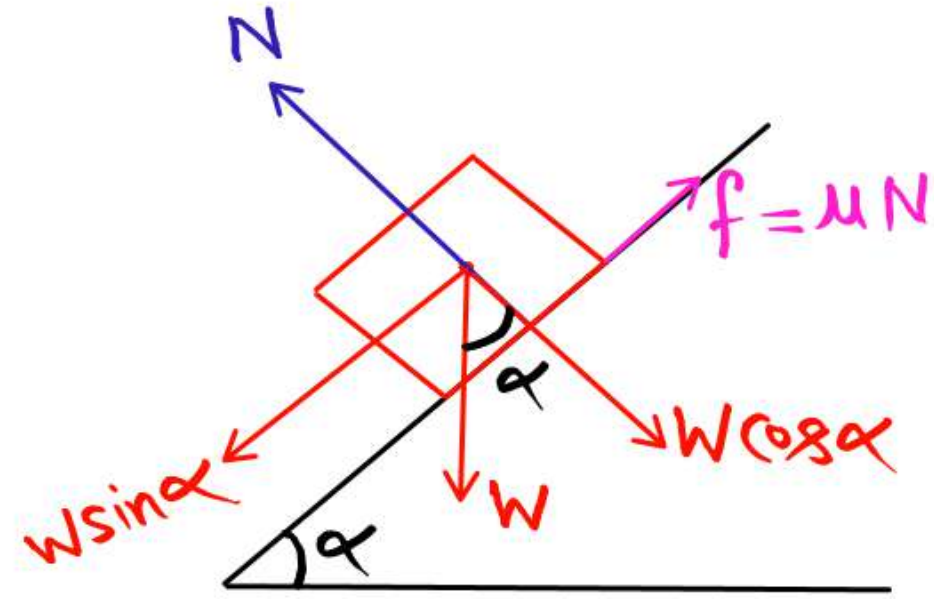
$$N = W \cos \alpha \quad \text{--- ②}$$

समी ① को समी ② से भाग करने पर

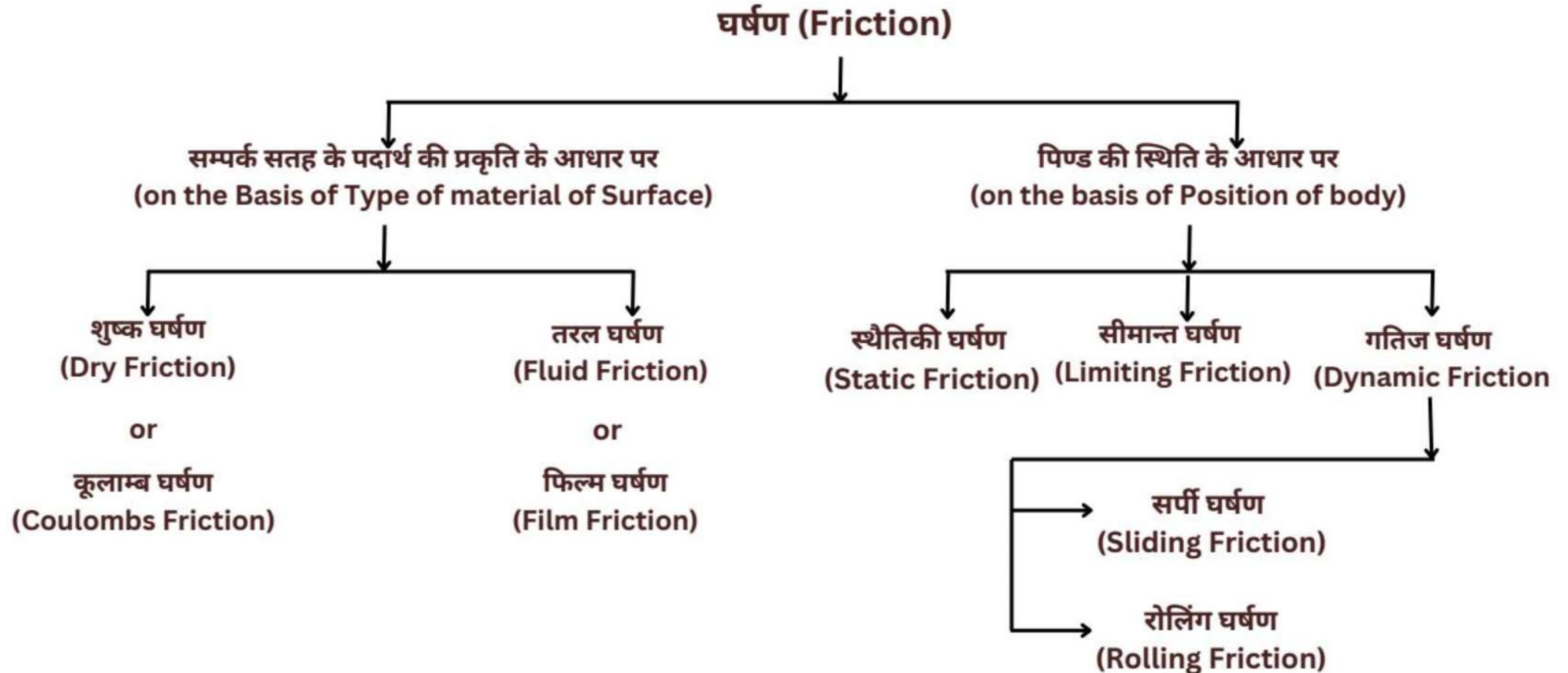
$$\frac{\cancel{\mu} N}{\cancel{N}} = \frac{\cancel{W} \sin \alpha}{\cancel{W} \cos \alpha}$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\alpha = \tan^{-1} \mu$$



Types of Friction (घर्षण के प्रकार)



✓ 1. शुष्क या कुलाम्ब घर्षण (Dry or coulombs Friction)

- जब एक शुष्क सतह किसी अन्य शुष्क सतह पर फिसलती है तब इसे शुष्क या कुलाम्ब घर्षण कहते हैं।

When a dry surface slides over another dry surface it is called dry or Coulomb friction.

✓ 2. तरल या फिल्म घर्षण (Fluid or Film Friction)

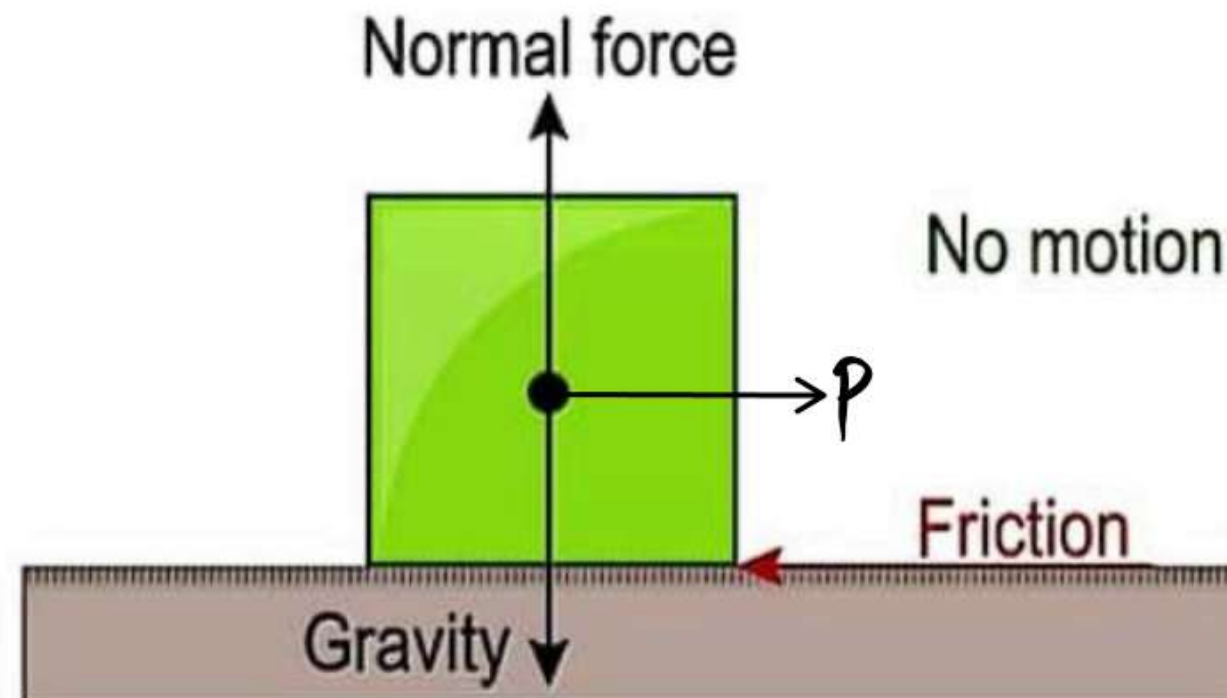
- वह घर्षण जो तरल की परतों के मध्य उत्पन्न होता है, तरल या फिल्म घर्षण कहलाता है।

The friction that occurs between layers of liquid is called fluid or film friction.

3. स्थैतिकी घर्षण (Static Friction)

- पिण्डों की सतह के मध्य सापेक्ष गति उत्पन्न होने से पूर्व जो घर्षण बल कार्य करता है उसे स्थैतिकी घर्षण कहते है।

The friction force that acts between the surfaces of bodies before relative motion occurs is called static friction.



Static

4. सीमान्त घर्षण (Limiting Friction)

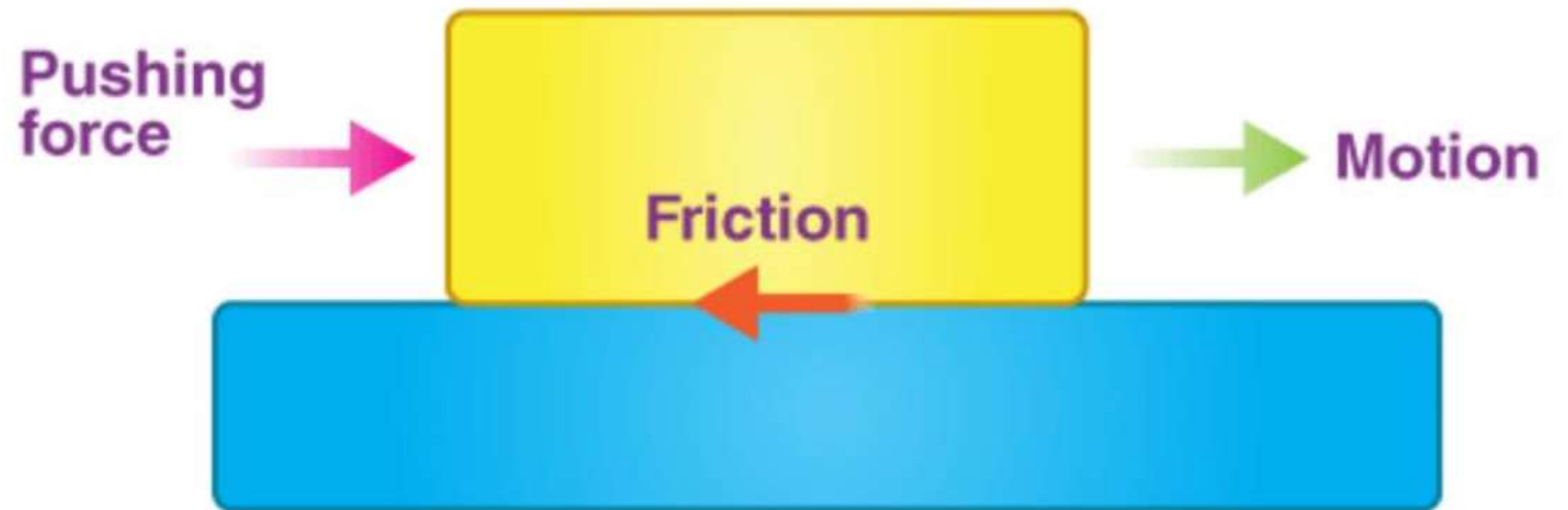
- जब बाहरी बल p का मान शून्य होता है, तो पिण्ड विरामावस्था (Rest) में होता है। जैसे जैसे p का मान बढ़ता है वैसे- वैसे सम्पर्क सतह के घर्षण बल का मान बढ़ता है। जब बाहरी बल p का मान इतना बढ़ाया जाता है कि पिण्ड ठीक गति करने वाला होता है, उस समय जितना घर्षण होता है, उसे सीमान्त घर्षण कहते हैं।

When the value of external force p is zero, the body is at rest. As the value of p increases, the value of friction force of the contact surface increases. When the value of external force p is increased so much that the body is about to move, the amount of friction at that time is called limiting friction.

5. गतिक घर्षण (Dynamic / kinetic Friction)

- पिण्डों की सतह के मध्य सापेक्ष गति उत्पन्न होने पर जो घर्षण बल कार्य करता है, उसे गतिक घर्षण कहते हैं।

The friction force that acts when relative motion occurs between the surfaces of bodies is called Dynamic friction.



(i) सर्पी घर्षण (Sliding Friction)

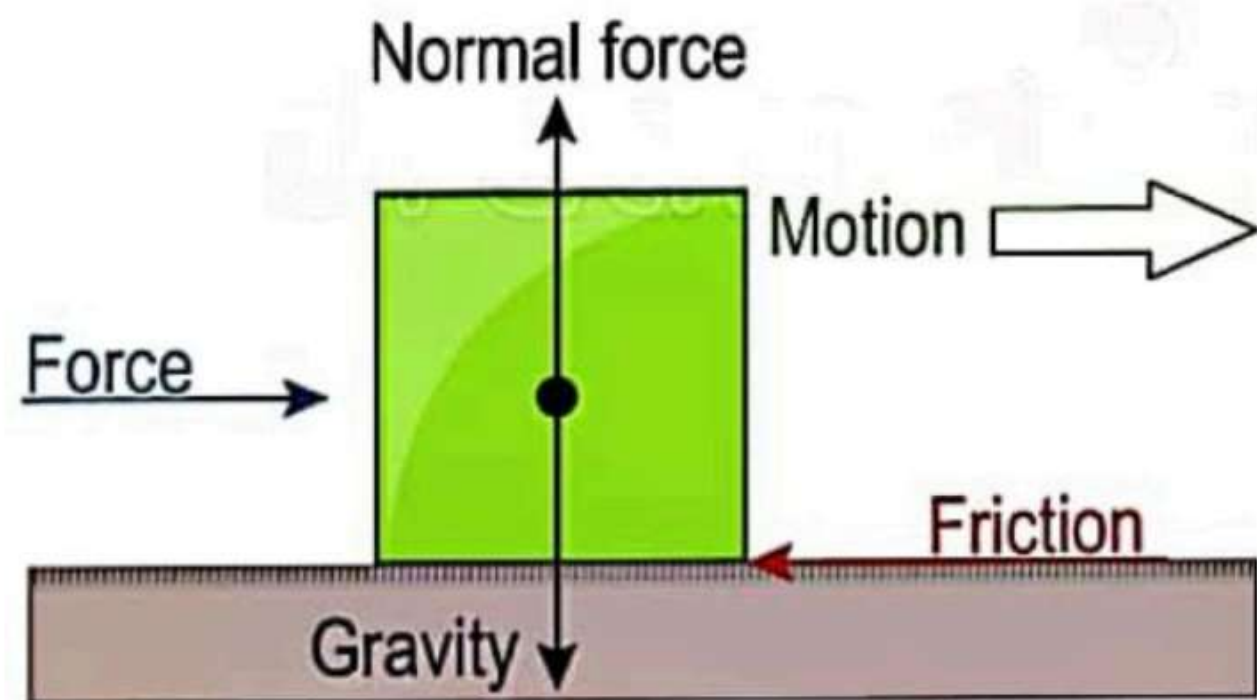
- ✓ जब एक पिण्ड किसी अन्य पिण्ड या सतह पर **फिसलता (Slide करता)** है तो सम्बन्धित घर्षण को सर्पी घर्षण कहते हैं।

When a body slides over another body or surface, the friction associated with it is called sliding friction.

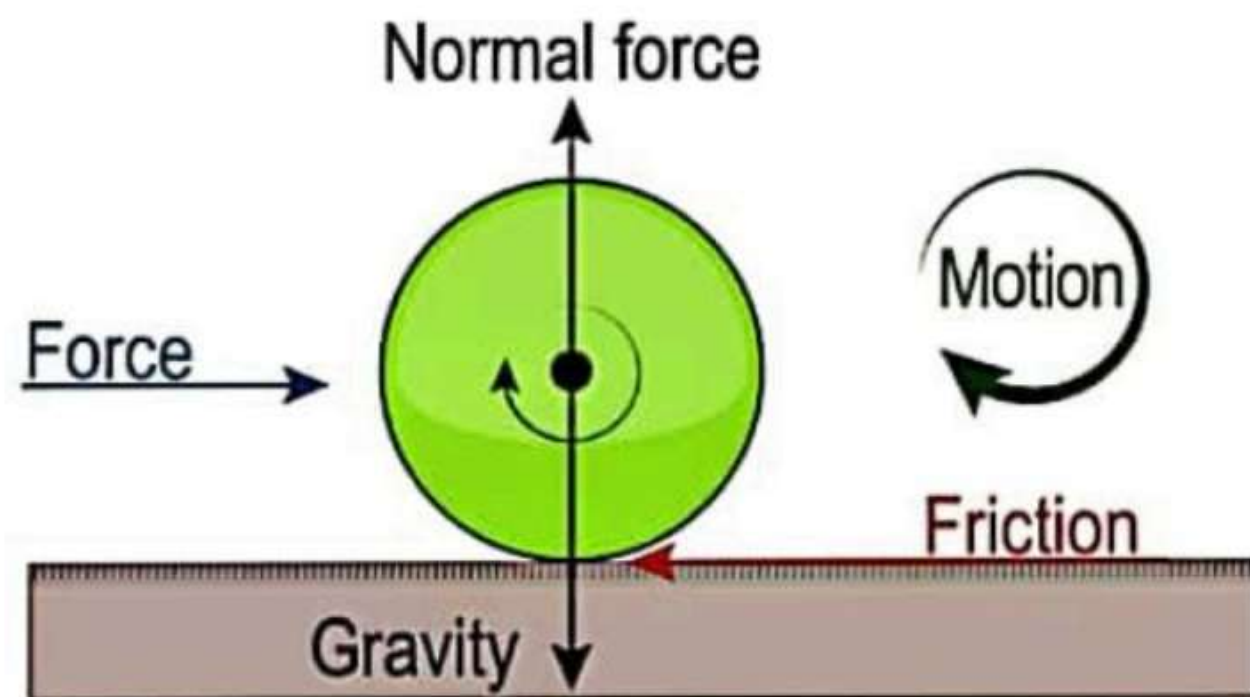
(ii) रोलिंग घर्षण (Rolling Friction)

- ✓ जब एक पिण्ड किसी अन्य पिण्ड या सतह पर **लुढ़कता (Rolling करता)** है तो सम्बन्धित घर्षण को Rolling Friction कहते हैं।

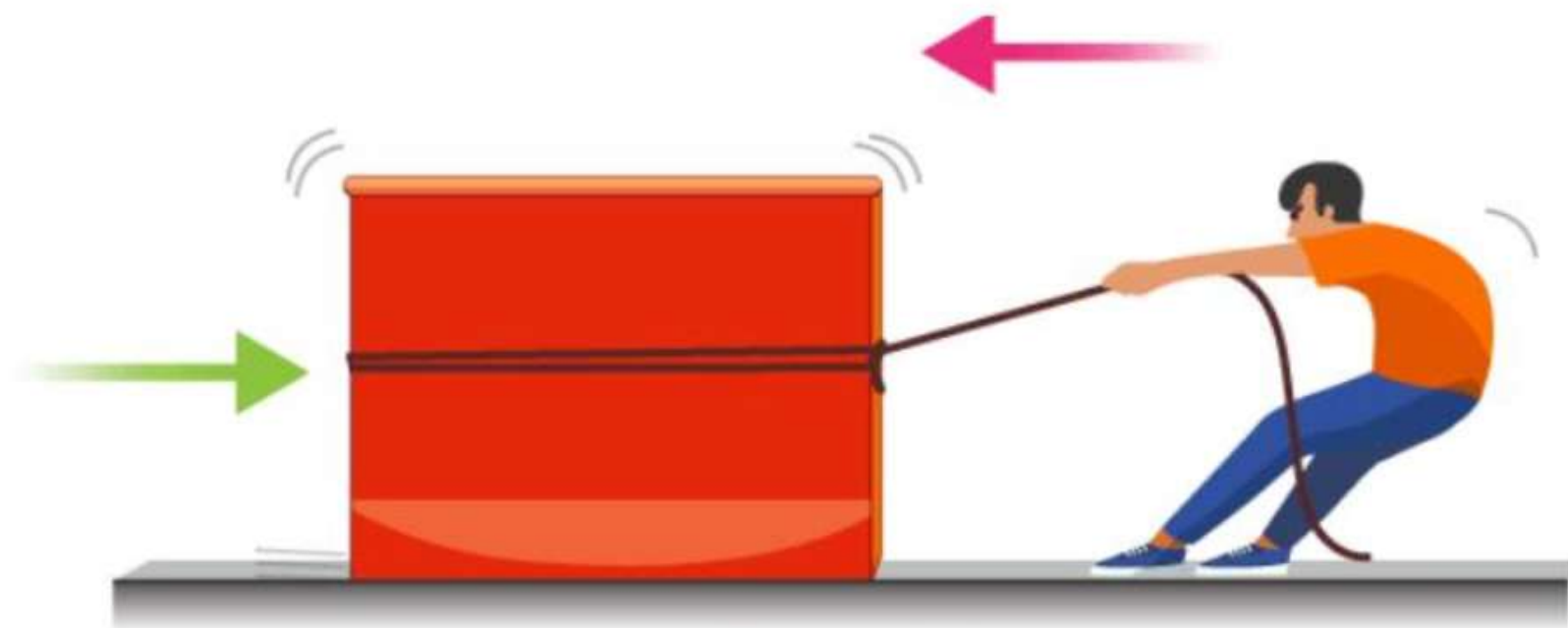
When a body rolls on another body or surface, the friction associated with it is called Rolling Friction.



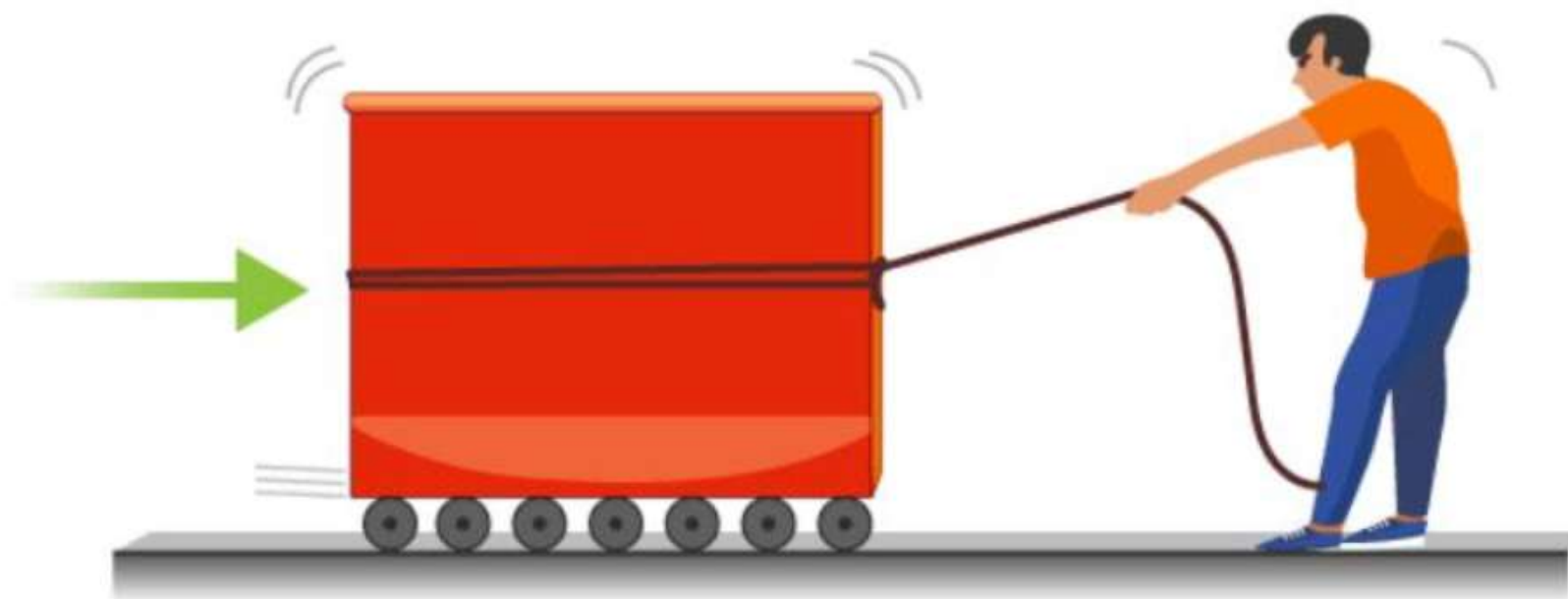
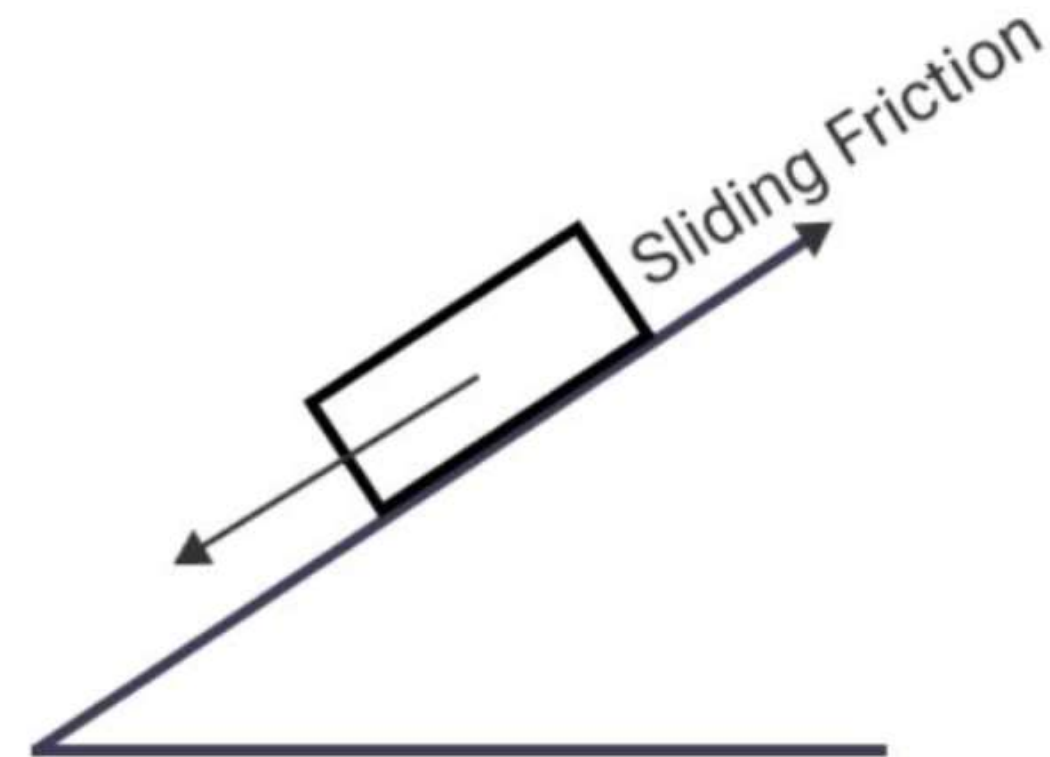
Sliding



Rolling



Sliding Friction



Rolling Friction

