

गति के नियम

ब्रह्मांड की यांत्रिकी का निर्माण

गति का वर्णन करने से, गति को समझने तक

हम गति का वर्णन करना जानते हैं:
विस्थापन, वेग, एवं त्वरण। परंतु एक
महत्वपूर्ण प्रश्न यह उठता है कि वह क्या है
जो किसी पिंड को गतिमान करता है?
जमीन पर लुढ़कती हुई कोई गेंद किस
कारण रुक जाती है? पृथ्वी सूर्य के चारों
तरफ क्यों घूमती है?

यह प्रस्तुति उन तीन मूलभूत नियमों को
प्रस्तुत करती है जो इन प्रश्नों का उत्तर
देते हैं, जो गति के कारणों की खोज करते
हैं।



वर्णन

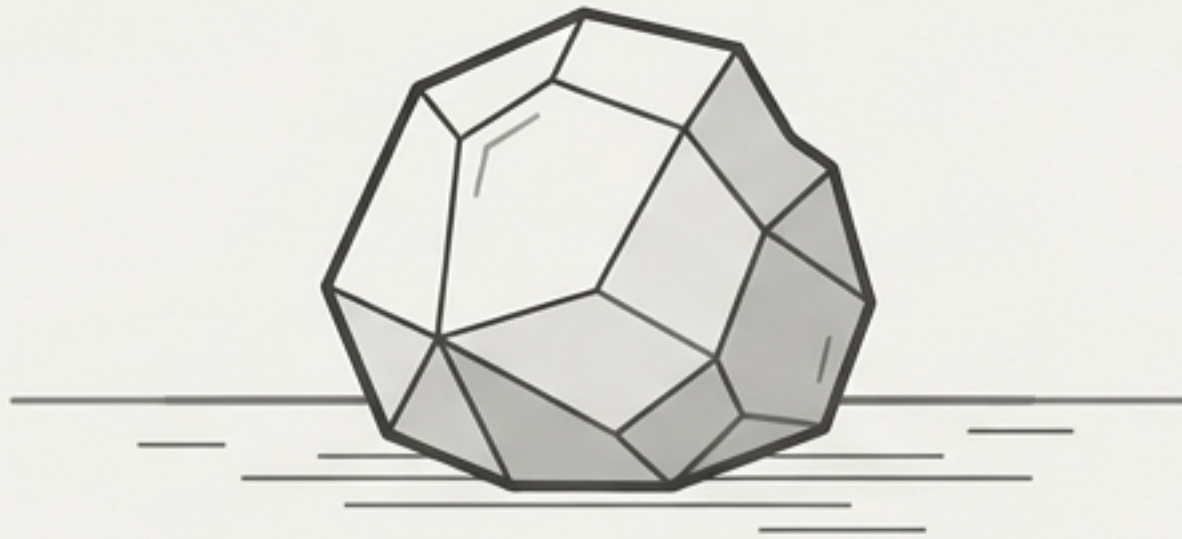


समझ

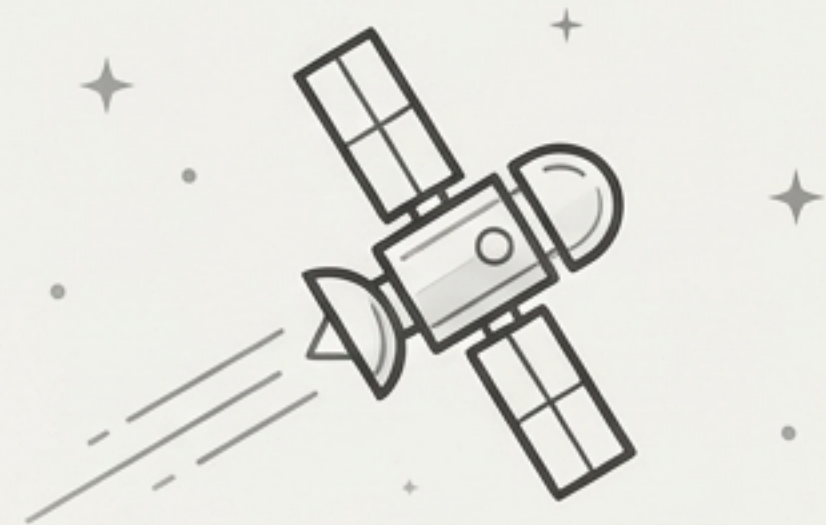
पहला खंड: जड़त्व, प्रकृति की मूल अवस्था

परिभाषा: किसी वस्तु की स्थिरता अथवा एकसमान रेखीय गति की अवस्था में बने रहने की प्रवृत्ति को **जड़त्व** कहा जाता है। यह वस्तु की गति की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध करने की प्राकृतिक प्रवृत्ति है। स्थिर वस्तुएं स्थिर रहती हैं। गतिमान वस्तुएं एकसमान वेग से गति में रहती हैं।

मुख्य अंतर्दृष्टि: किसी पिंड का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप है।



स्थिर



एकसमान गति

न्यूटन का पहला नियम: जब तक कोई बाहरी बल न हो

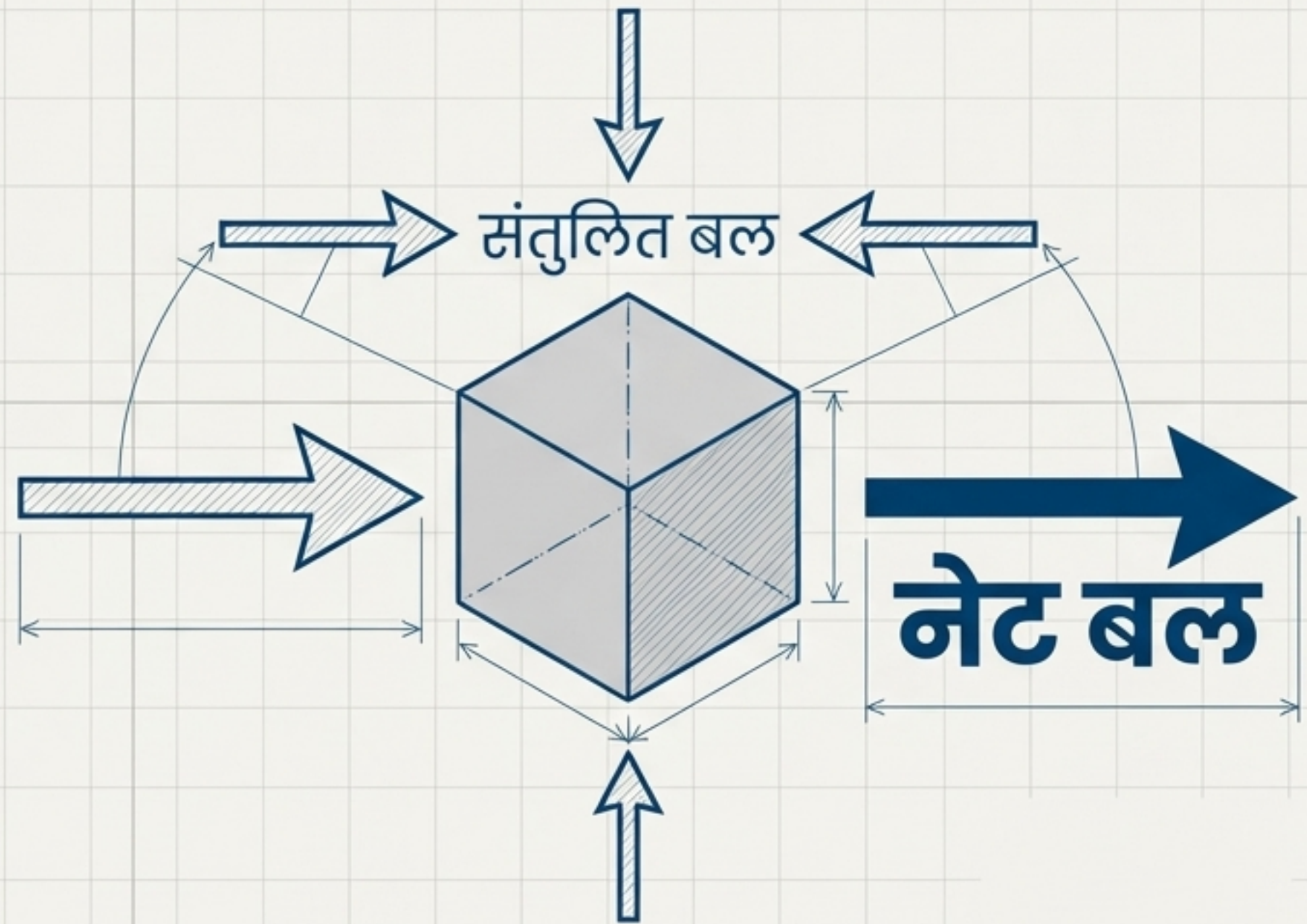
“कोई वस्तु अपनी विरामावस्था अथवा एकसमान रेखिक गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है जब तक उस पर कोई बाहरी असंतुलित बल कार्य न करे।”

परिवर्तन का कारक: बल, जड़त्व पर काबू पाना

बल एक खिंचाव या धक्का है जो किसी वस्तु की गति, आकृति, या आकार को बदल सकता है।

यह एक **सदिश राशि** है - इसमें परिमाण और दिशा दोनों होते हैं।

किसी वस्तु की गति में परिवर्तन के लिए **नेट बल** (कुल बल) ही मायने रखता है।



एक महत्वपूर्ण अवधारणा: संवेग, गति का परिमाण

बल गति को कैसे बदलता है, यह समझने के लिए हमें “गति की मात्रा” को मापने की आवश्यकता है। यह **संवेग** है। यह एक वस्तु के जड़त्व (m) और उसके वेग (v) को जोड़ता है।

$$p = mv$$

(संवेग = द्रव्यमान $\times$ वेग)



उच्च वेग, कम द्रव्यमान

एक उच्च वेग से आती हुई क्रिकेट की गेंद और एक धीमी गति से चलते हुए ट्रक, दोनों को रोकना कठिन होता है। यह दर्शाता है कि द्रव्यमान और वेग दोनों महत्वपूर्ण हैं।



कम वेग, उच्च द्रव्यमान

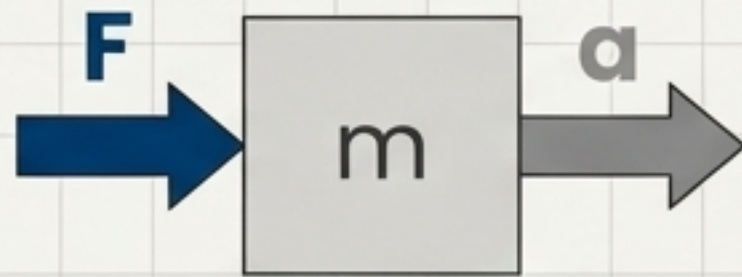
दूसरा खंड: न्यूटन का दूसरा नियम, बल और त्वरण का संबंध

औपचारिक परिभाषा: "किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर उस पर लगाए गए बल के समानुपाती होती है।"

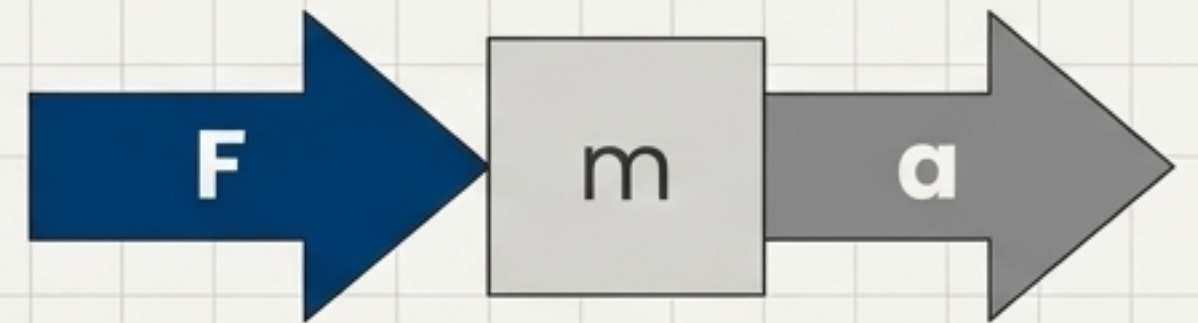
यह संबंध इस प्रसिद्ध समीकरण की ओर ले जाता है:

$$F = ma$$

(बल = द्रव्यमान × त्वरण)

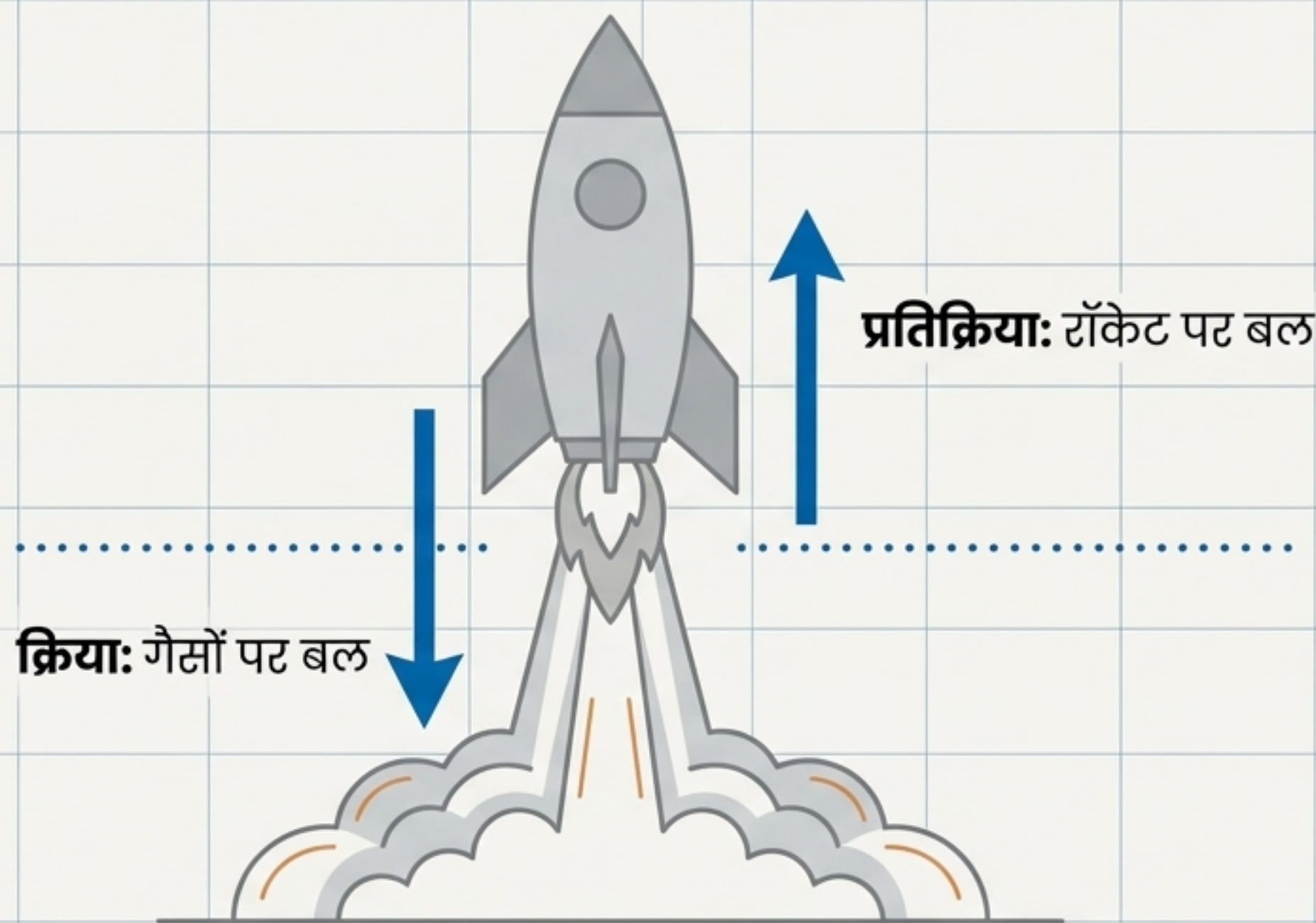


कम बल, कम त्वरण



अधिक बल, अधिक त्वरण

तीसरा खंड: न्यूटन का तीसरा नियम, क्रिया और प्रतिक्रिया

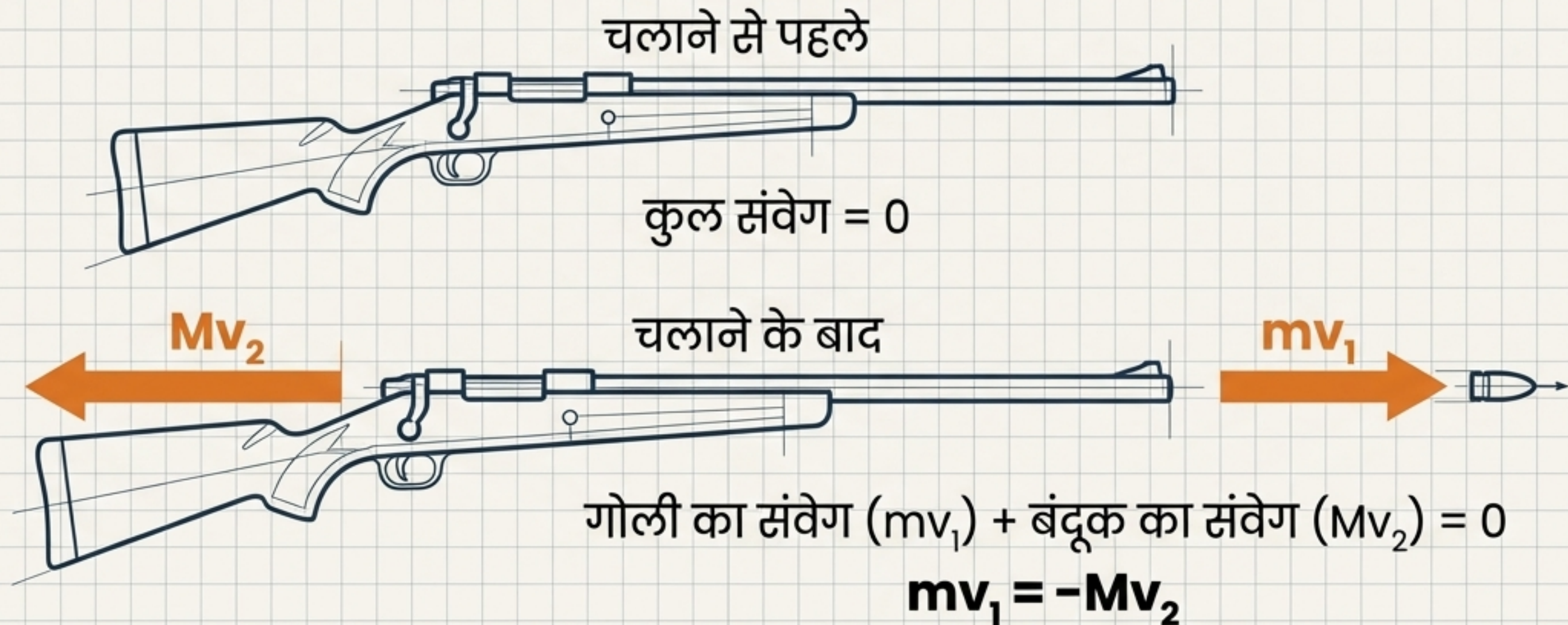


नियम का कथन: “प्रत्येक क्रिया की उसके बराबर तथा विपरीत प्रतिक्रिया होती है।”

महत्वपूर्ण बिंदु: ये बल *अलग-अलग* वस्तुओं पर कार्य करते हैं। इसलिए वे एक दूसरे को कभी भी निरस्त नहीं करते हैं।
(जैसे $F_{12} = -F_{21}$)

एक शक्तिशाली परिणाम: संवेग संरक्षण

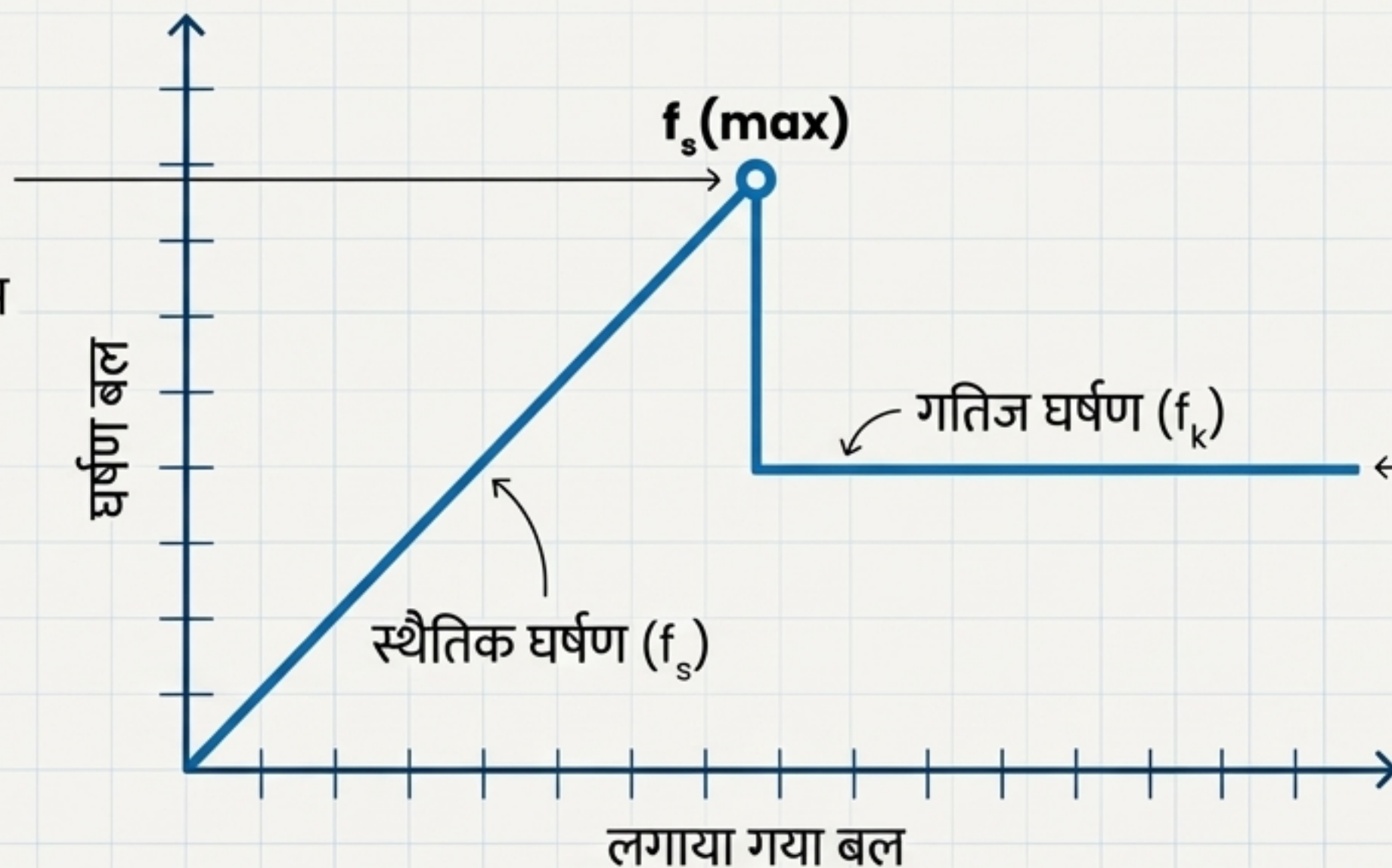
न्यूटन के नियमों का एक सीधा परिणाम। एक विलगित तंत्र (isolated system) में, जहाँ कोई बाहरी बल नहीं होता, किसी भी अंतःक्रिया से पहले का कुल संवेग, अंतःक्रिया के बाद के कुल संवेग के बराबर होता है।



वास्तविक दुनिया: घर्षण, गति का अनिवार्य विरोधी

वास्तविक दुनिया में, बल शायद ही कभी अकेले कार्य करते हैं। घर्षण एक संपर्क बल है जो गति का विरोध करता है।

स्थैतिक घर्षण: गति को शुरू होने से रोकता है। इसका मान एक अधिकतम मान तक बढ़ता है
 $(f_s(\max) = \mu_s F_n)$.

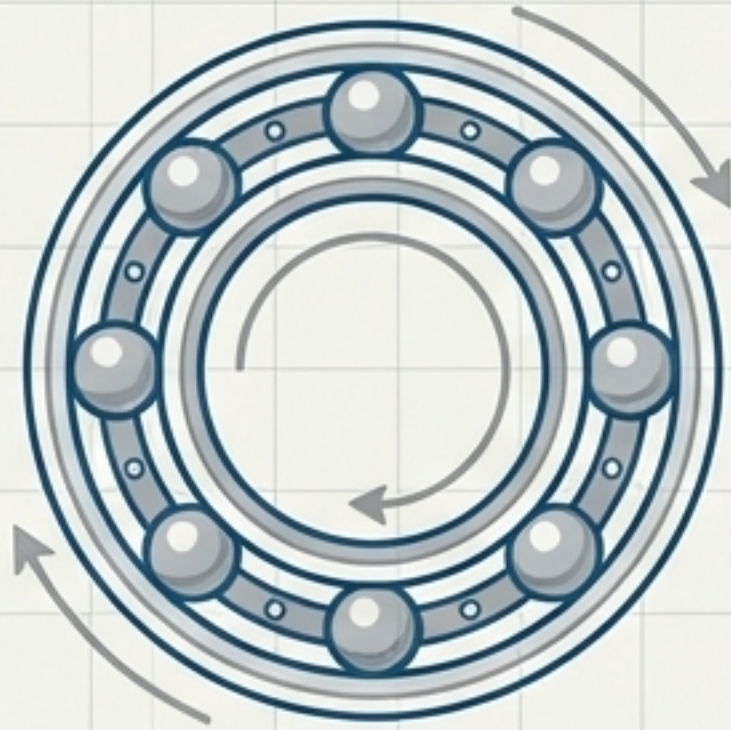


गतिज घर्षण: गतिमान वस्तुओं पर कार्य करता है। इसका मान स्थिर रहता है
 $(f_k = \mu_k F_n)$.

आमतौर पर, $\mu_s > \mu_k$.

घर्षण का प्रबंधन: एक आवश्यक बुराई

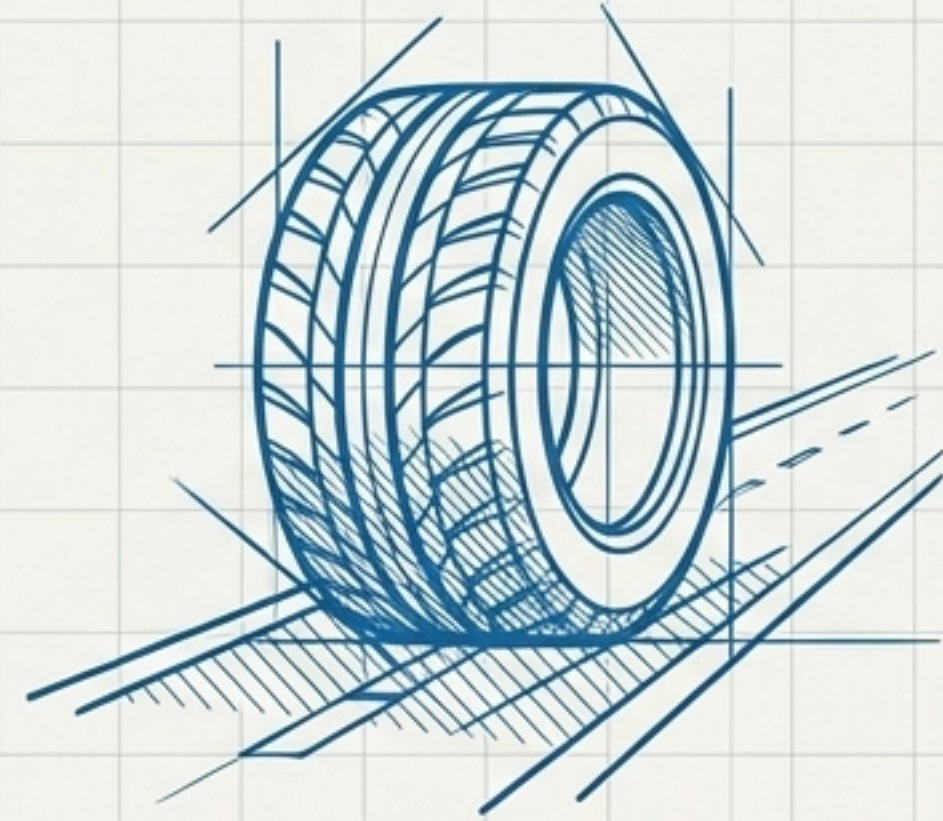
कम करना (To Reduce)



शत्रु (Foe): घर्षण टूट-फूट और ऊर्जा की हानि का कारण बनता है।

समाधान (Solutions): स्नेहक (lubricants) और बॉल बेयरिंग (ball bearings) का उपयोग करके इसे कम किया जाता है। बॉल बेयरिंग सर्पी घर्षण को लोटनिक घर्षण में बदल देते हैं, जो बहुत कम होता है।

आवश्यकता (Necessity)



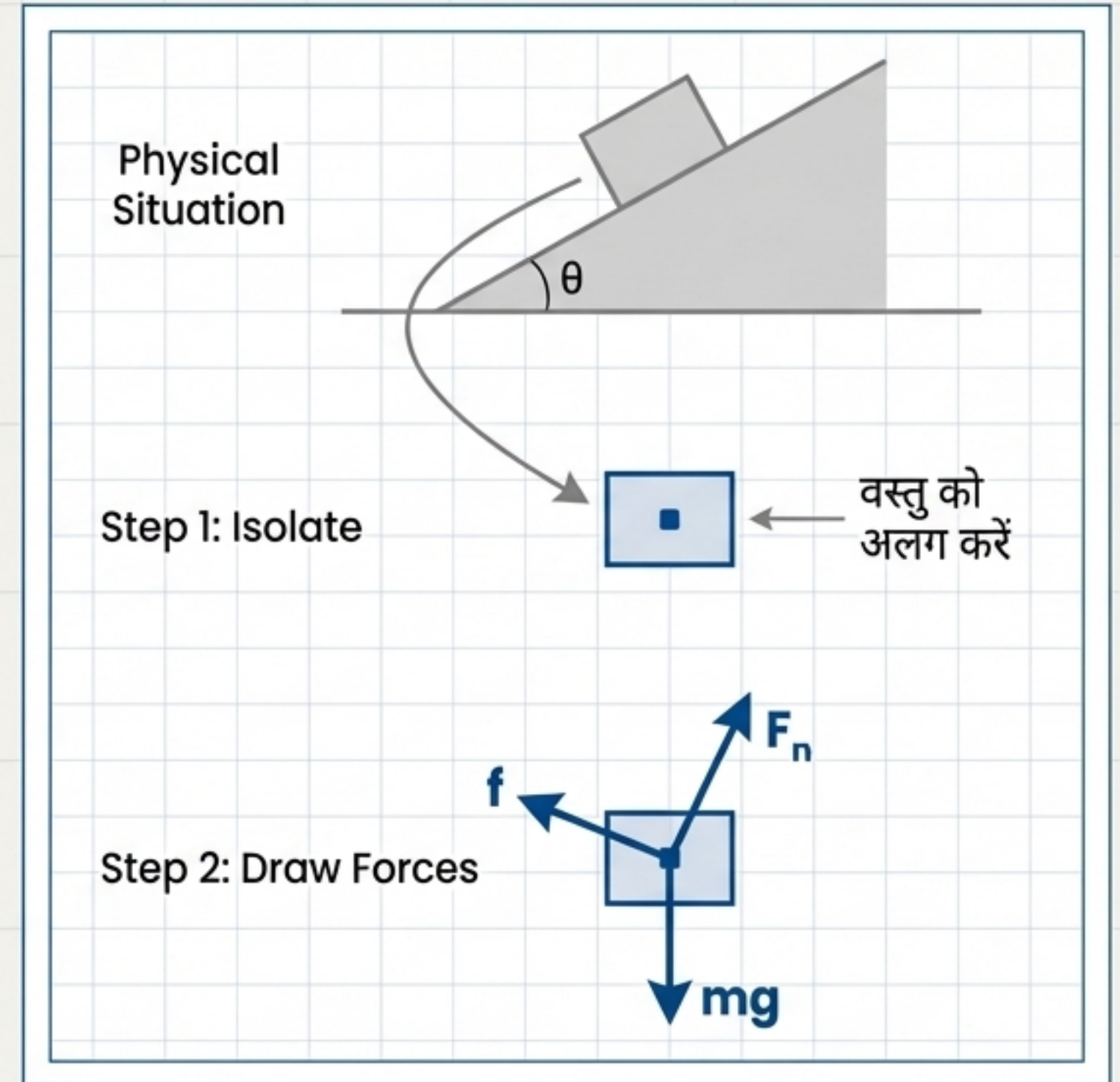
मित्र (Friend): घर्षण के बिना, हम चल नहीं सकते, वाहन चला नहीं सकते, या ब्रेक नहीं लगा सकते।

भौतिक विज्ञानी का उपकरण: मुक्त निकाय आरेख (FBD)

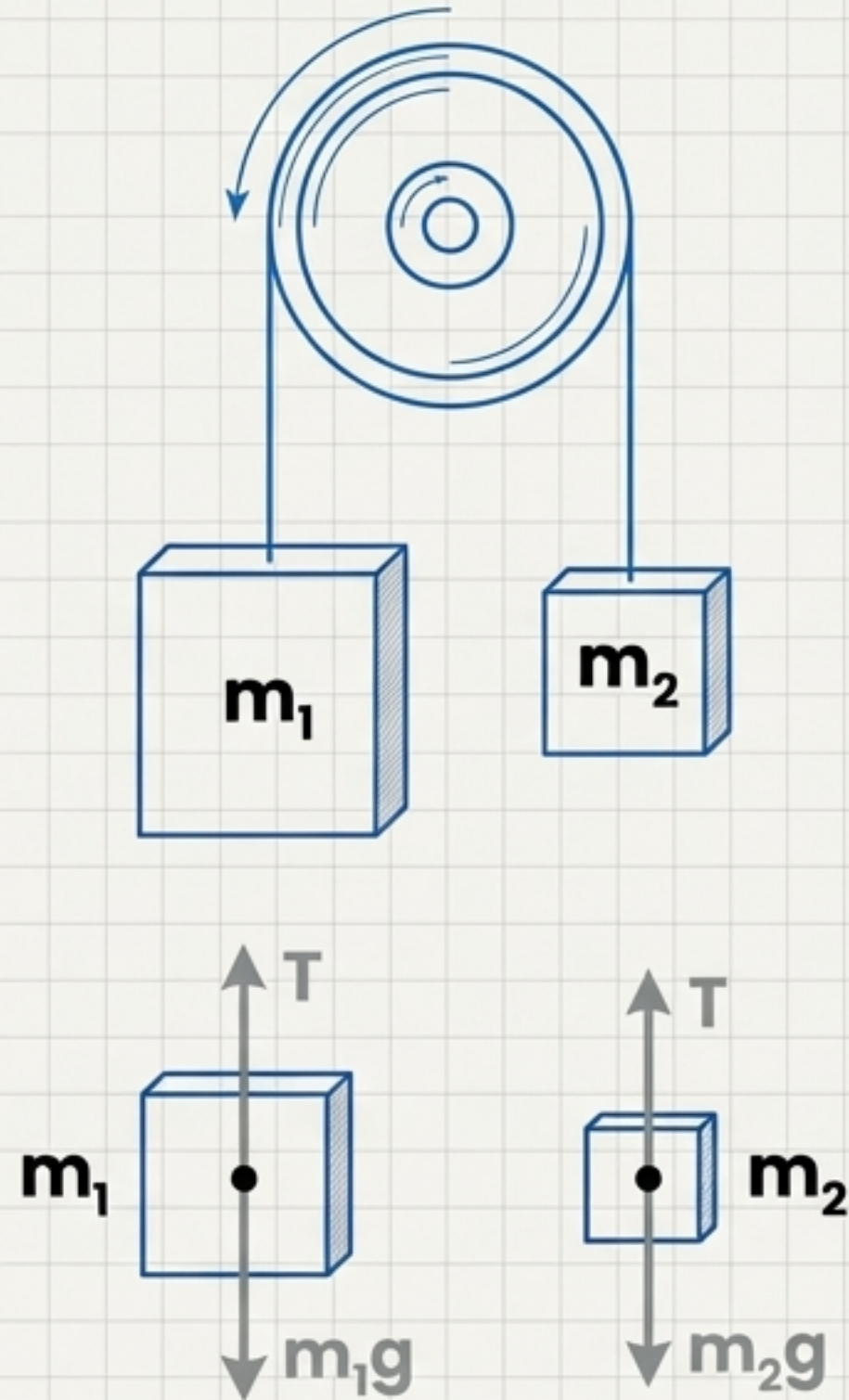
न्यूटन के नियमों को लागू करने के लिए एक शक्तिशाली तकनीक। यह जटिल प्रणालियों का विश्लेषण करना आसान बनाती है।

चरण 1 (Step 1): रुचि की वस्तु को अलग करें (Isolate the object of interest).

चरण 2 (Step 2): वस्तु पर कार्य करने वाले *सभी बाहरी बलों* को सदिश (तीर) के रूप में चित्रित करें (Draw all *external* forces acting *on* the object as vectors).



अनुप्रयोग: एक घिरनी प्रणाली का विश्लेषण



समस्या

दो द्रव्यमान m_1 और m_2 ($m_1 > m_2$) एक हल्की, घर्षण रहित घिरनी पर एक डोरी से जुड़े हुए हैं। त्वरण (a) और डोरी में तनाव (T) ज्ञात करें।

हल

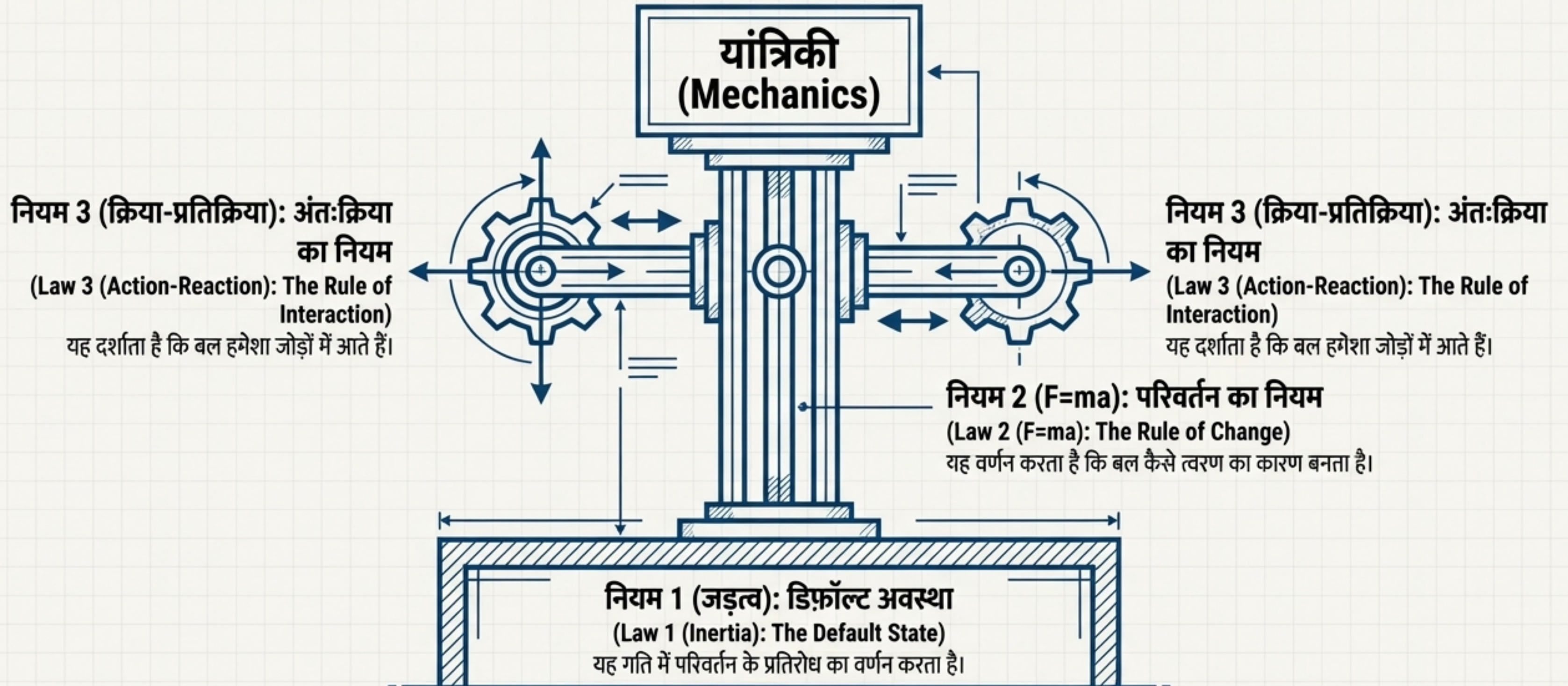
- मुक्त निकाय आरेख (FBDs):** प्रत्येक द्रव्यमान के लिए FBD दिखाएं।
- न्यूटन का दूसरा नियम (Newton's Second Law):** प्रत्येक द्रव्यमान के लिए समीकरण लिखें।
 m_1 के लिए: $m_1g - T = m_1a$
 m_2 के लिए: $T - m_2g = m_2a$
- परिणाम (Result):** समीकरणों को हल करके त्वरण और तनाव ज्ञात करें।

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{(m_1 + m_2)}$$

$$T = \frac{(2m_1m_2)g}{(m_1 + m_2)}$$

न्यूटन की यांत्रिकी: एक संपूर्ण ढांचा

हमने ब्रह्मांड की यांत्रिकी के लिए तीन मूलभूत नियम स्थापित किए हैं:



ये साधारण नियम, एक जटिल ब्रह्मांड को नियंत्रित करते हैं।

परमाणु नाभिक से लेकर ग्रहों की कक्षाओं तक, न्यूटन के नियम शास्त्रीय यांत्रिकी की नींव हैं। वे इंजीनियरिंग, खगोल विज्ञान और हमारे दैनिक दुनिया को समझने के लिए आवश्यक हैं, जो दिखाते हैं कि कुछ शक्तिशाली सिद्धांतों के साथ प्रकृति की जटिलता को कैसे समझा जा सकता है।