

চিরায়ত বলবিদ্যা: গতি, বল এবং সাম্যাবস্থা

একটি ডিজুয়াল গাইড

Simple English Wikipedia, Chinmoy's Physics Solutions এবং BOU E-Books প্র তথ্যের ভিত্তিতে।

মহাবিশ্বে আমাদের গতিবিধি বোঝার প্রাথমিক পরিভাষা



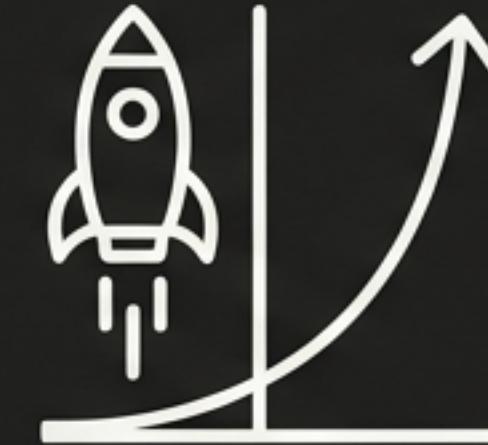
অবস্থান (Position)

প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে
কোনো বিল্দুর সুনির্দিষ্ট
স্থানাঙ্ক। এটি একটি ডেক্টর
রাশি (মান ও দিক উভয়ই
আছে)।



বেগ (Velocity)

সময়ের সাথে অবস্থানের
পরিবর্তনের হার। এটি
ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে
পারে (যেমন: পূর্ব দিকে বা
পশ্চিম দিকে)।



ত্বরণ (Acceleration)

সময়ের সাথে বেগের
পরিবর্তনের হার। বেগ বৃদ্ধি
পেলে ত্বরণ ধনাত্মক, হ্রাস
পেলে ত্বরণ ঋণাত্মক (মন্দ)।

গতির সমীকরণ

একমাত্রিক গতির গাণিতিক স্তুতি

$$v = u + at$$

শেষ বেগ নির্ণয়

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

গড় বেগের মাধ্যমে সরণ

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

ত্বরণের প্রভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব

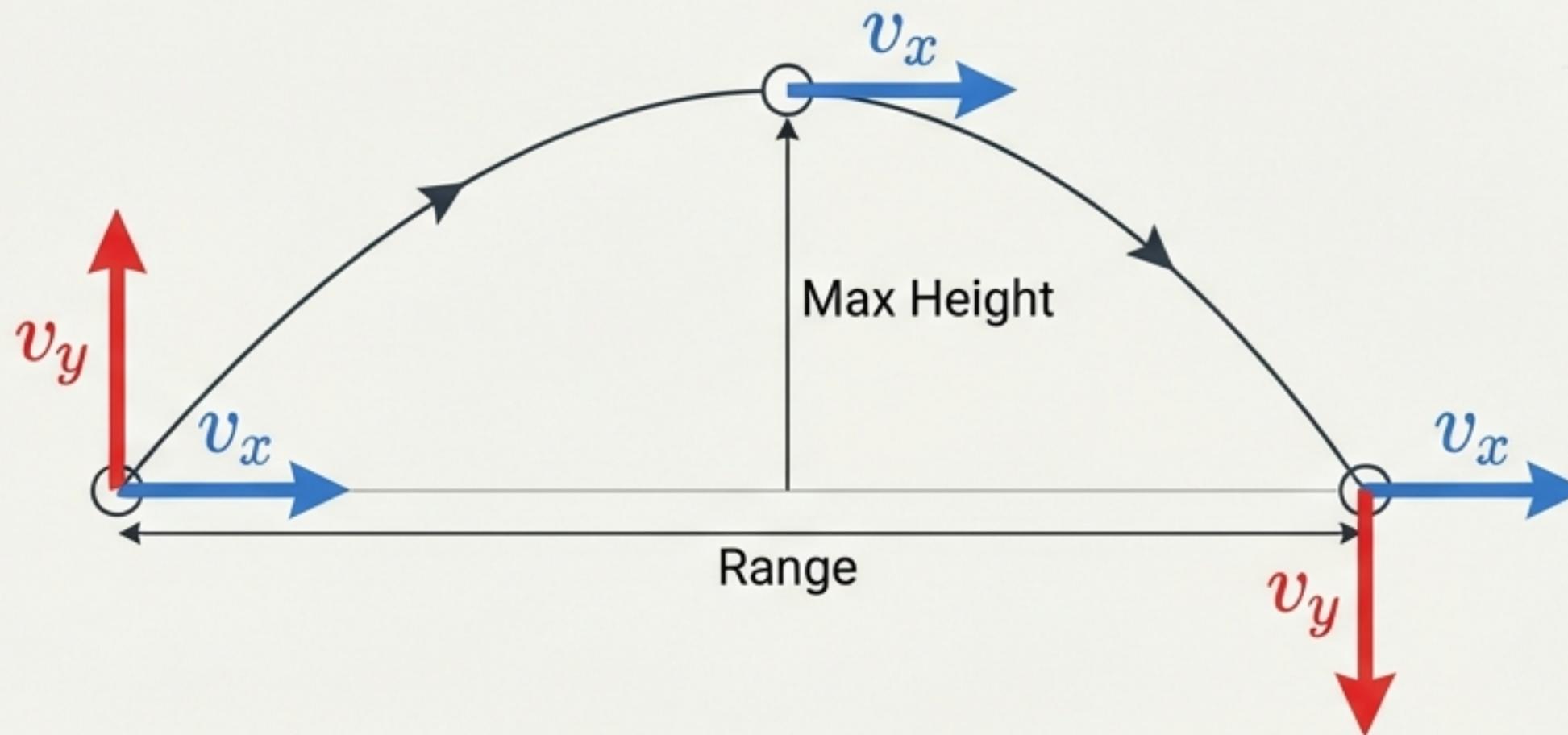
$$v^2 = u^2 + 2as$$

সময় উল্লেখ না থাকলে শেষ বেগ

Legend

u = আদিবেগ, v = শেষ বেগ,
a = ত্বরণ, t = সময়, s = সরণ

দ্বিমাত্রিক গতি ও প্রক্ষেপক



অনুভূমিক অংশ (X-Direction)

গ্যালিলিও প্রমাণ করেন যে, বাতাসের বাধা না থাকলে অনুভূমিক বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকে।

$$x = v_x t$$

উল্লম্ব অংশ (Y-Direction)

অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) দ্বারা প্রভাবিত। প্রথমে বেগ কমে, সর্বোচ্চ উচ্চতায় শূন্য হয়, এবং নামার সময় বাড়ে।

$$v_{fy} = v_{iy} - gt$$

নিউটনের গতিসূত্র

মহাবিশ্বের গতির নিয়মাবলী

১ম সূত্র: জড়তা (Inertia)

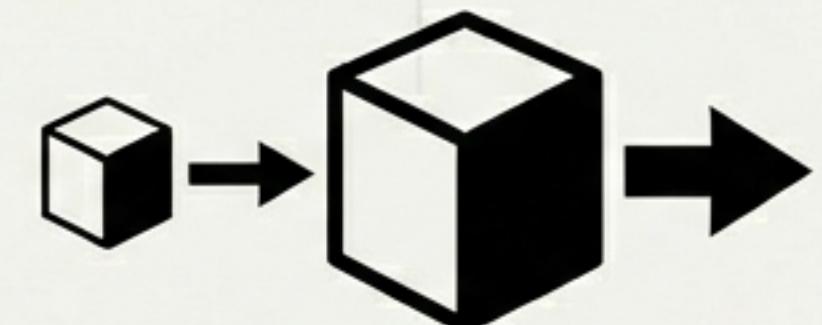
বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করা পর্যন্ত স্থির বস্তু স্থির থাকে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে চলতে থাকে।



২য় সূত্র: বল ও ভরবেগ (Force & Momentum)

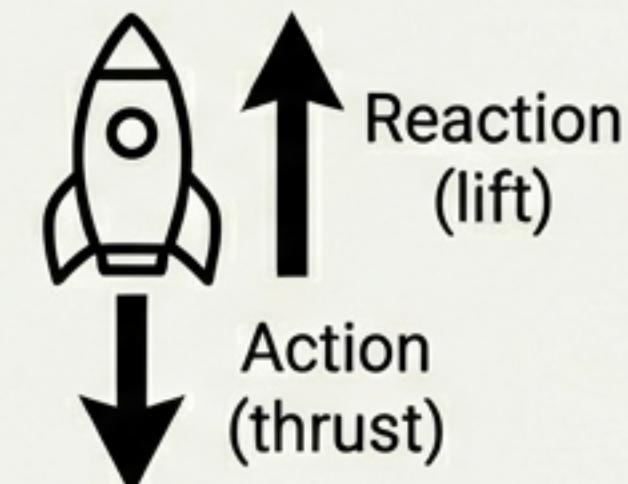
বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

$$F = ma \text{ অথবা } F = \frac{dp}{dt}$$

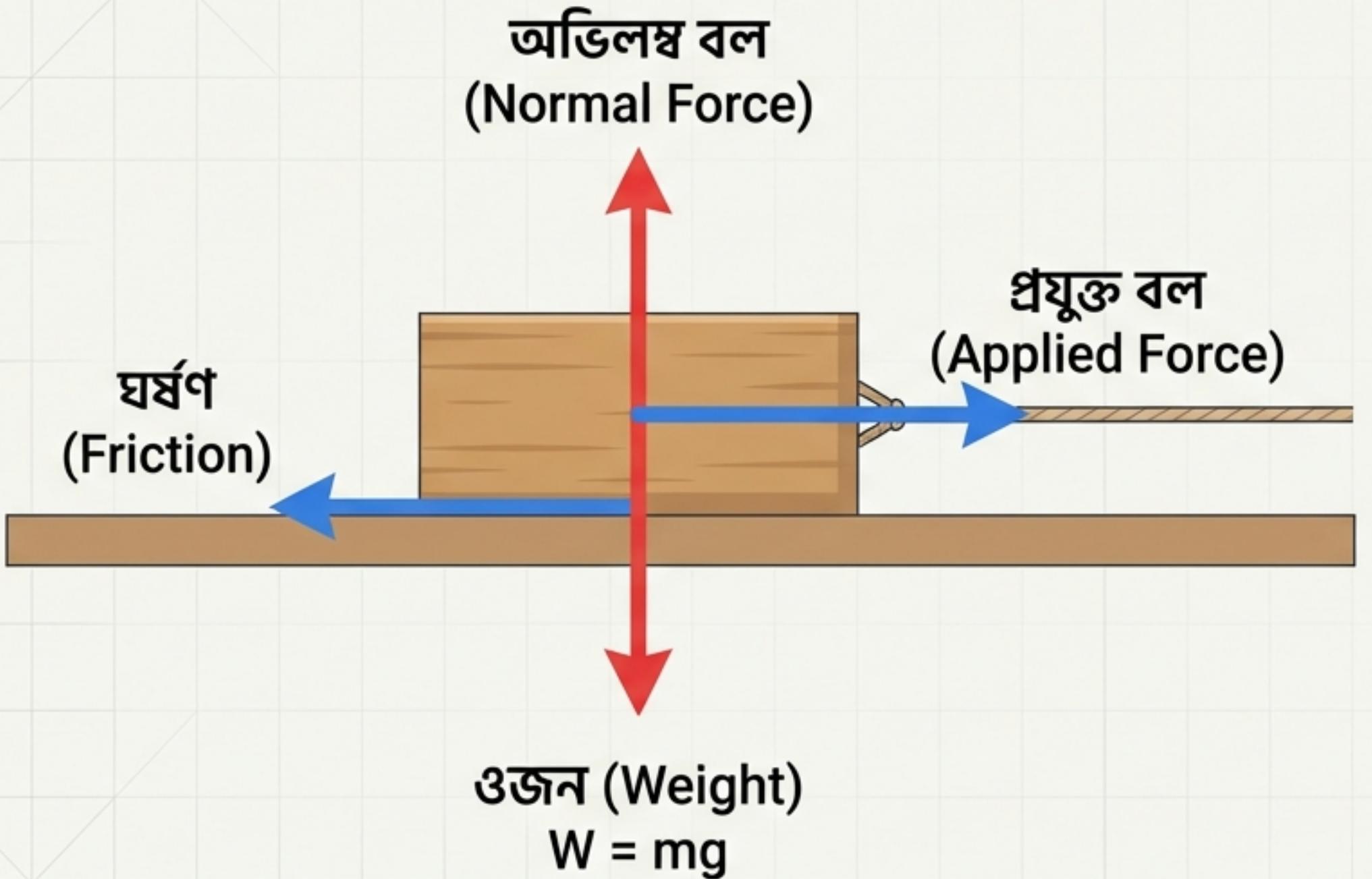


৩য় সূত্র: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া (Action & Reaction)

প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।



বিভিন্ন প্রকার বল



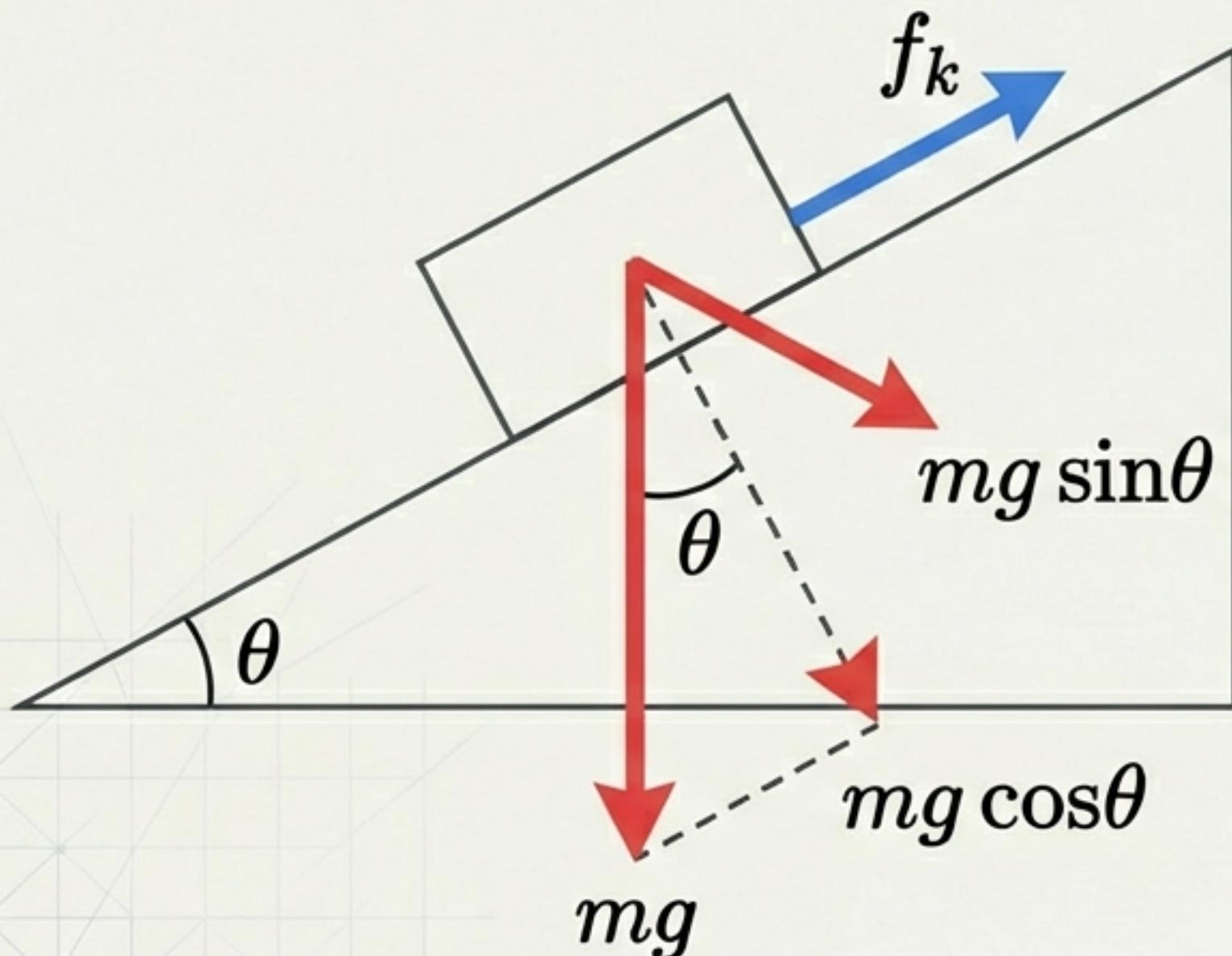
চাপ (Pressure/Push): দুটি বস্তু
সংস্পর্শে আসলে স্পর্শবিন্দুতে সৃষ্টি বল।

টান (Tension): রশি বা দড়ির মাধ্যমে
কোনো বস্তুকে টানলে যে বল সৃষ্টি হয়।

ঘর্ষণ (Friction): গতির বিপরীতে
বাধাদানকারী বল।

ওজন (Weight): পৃথিবীর অভিকর্ষজ
আকর্ষণ।

প্রায়োগিক বলবিদ্যা: হেলানো তল



ওজন (Weight): mg (নিচের দিকে)

উপাংশ বিভাজন:

- $mg \cos\theta$: তলের লম্ব বরাবর
- $mg \sin\theta$: তলের সমান্তরালে
(যা বস্তুকে নিচে নামায়)

লক্ষি বল (Net Force):

$$F_{net} = mg \sin\theta - f_k = ma$$

স্থিতিবিদ্যা (Statics)

স্থির অবস্থার বিজ্ঞান

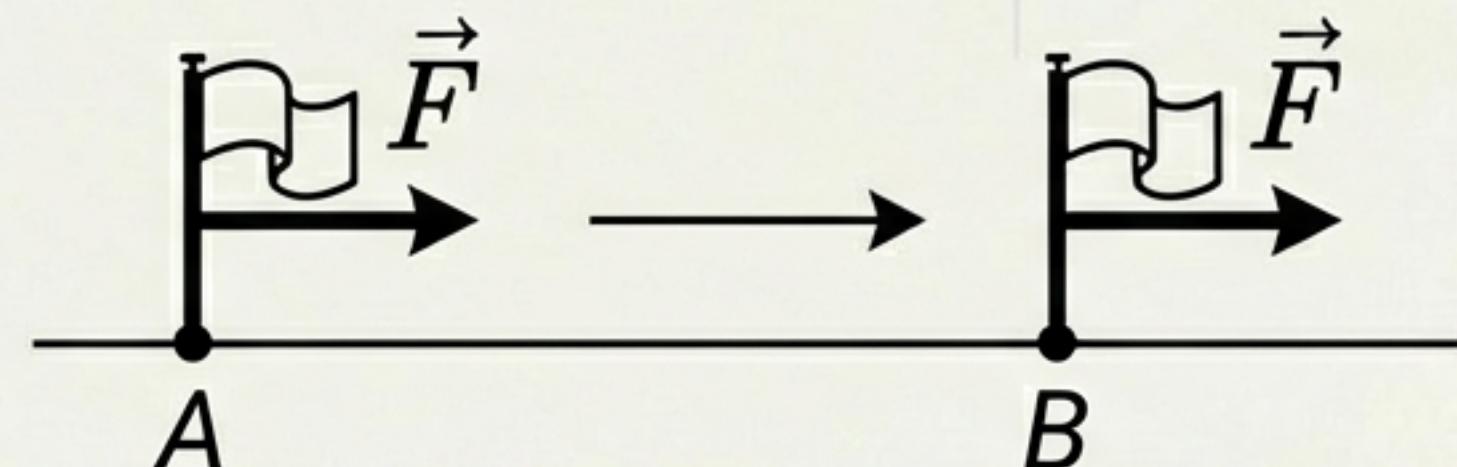
সংজ্ঞা (Definitions)

স্থিতিবিদ্যা

স্থিতিবিদ্যা: বলবিদ্যার এই শাখায় বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত বলের প্রভাবে বস্তুর স্থির অবস্থা আলোচনা করা হয়।

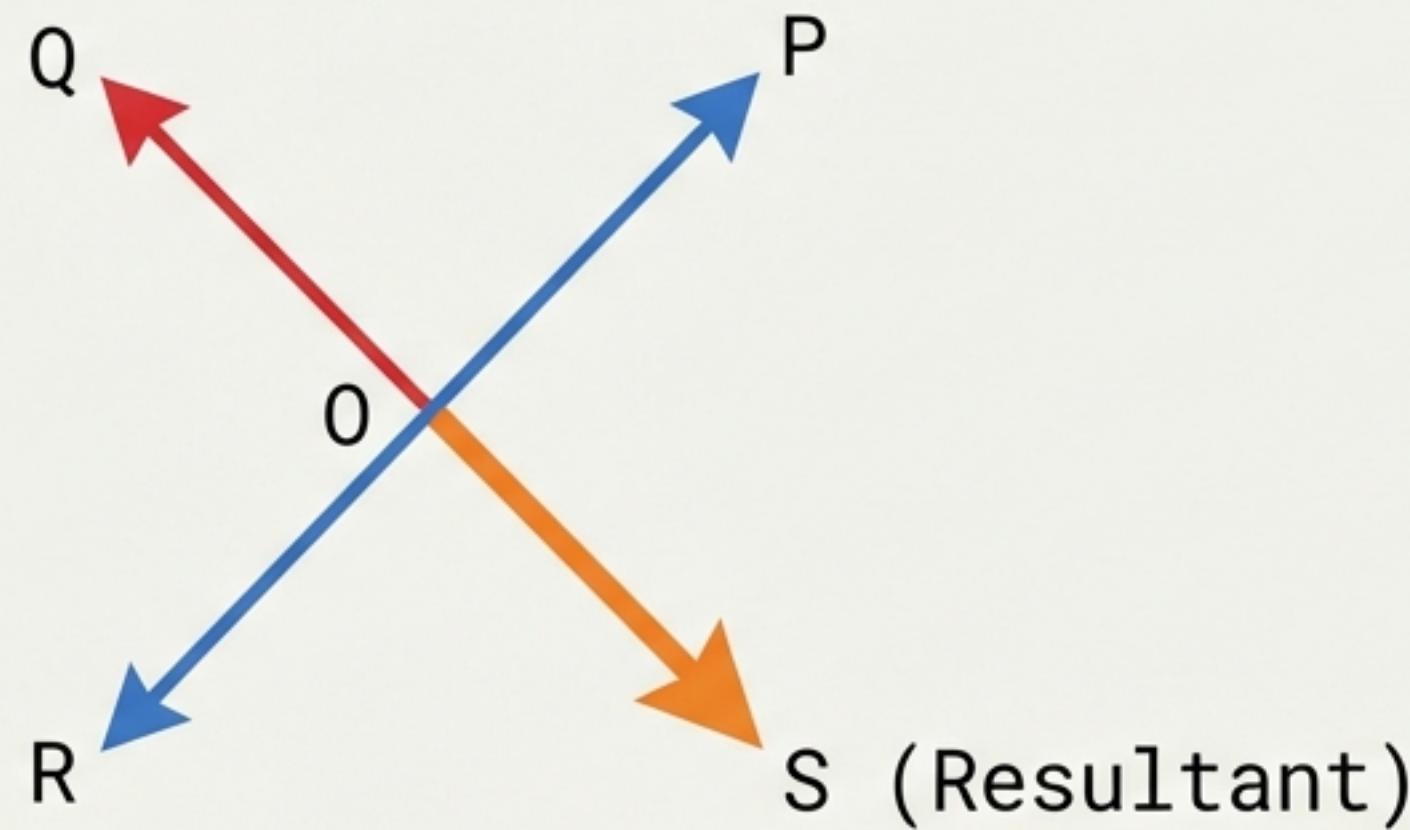
দৃঢ় বস্তু (Rigid Body):
বল প্রয়োগের ফলে যে বস্তুর আকার বা আয়তনের কোনো পরিবর্তন হয় না।

বলের সরণযোগ্যতা (Transmissibility of Force)



কোনো দৃঢ় বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বলকে তার ক্রিয়ারেখা বরাবর যেকোনো বিন্দুতে স্থানান্তর করা যায়।

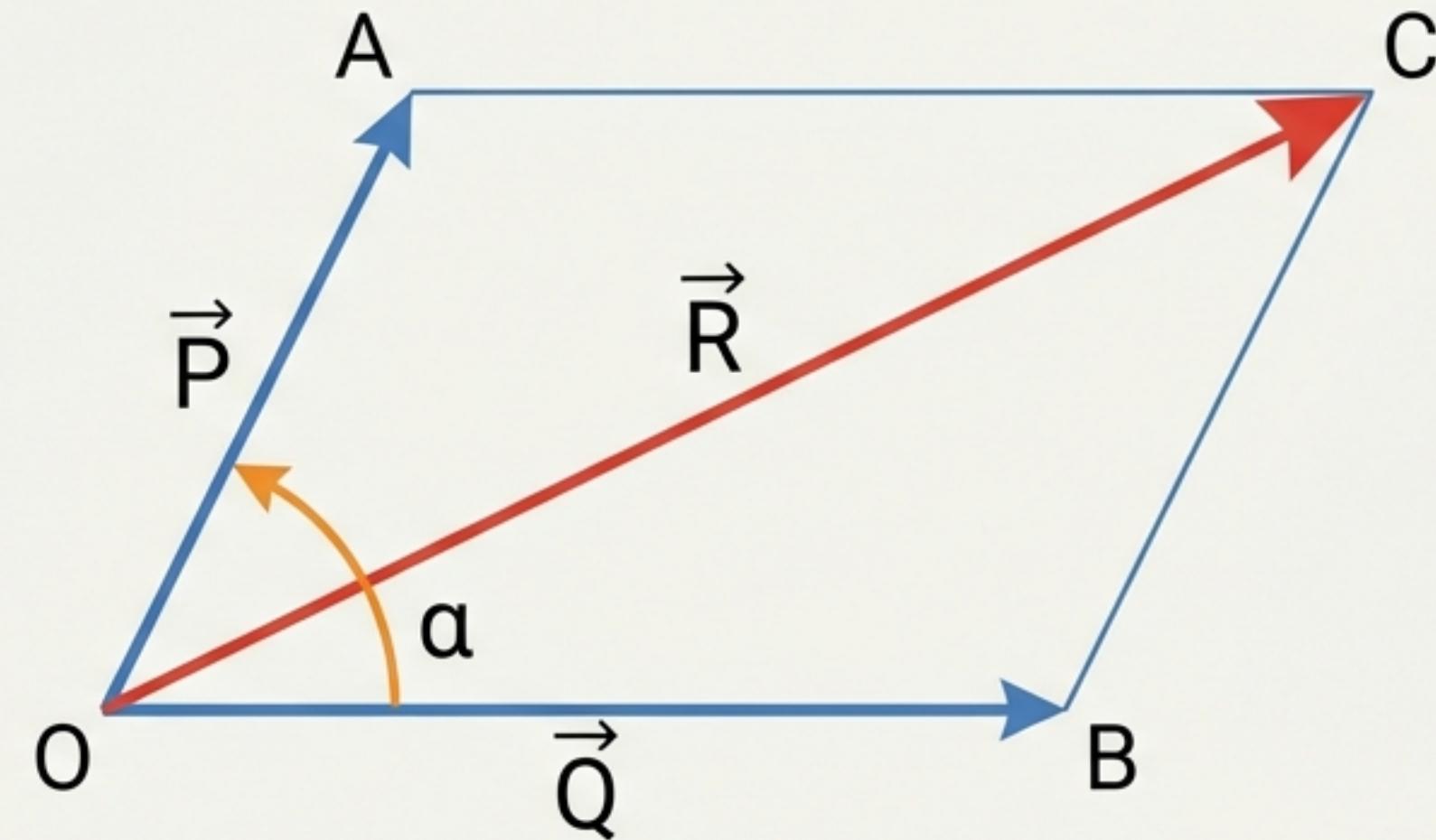
সমবিন্দু বল ও লক্ষি



সমবিন্দু বল (Concurrent Forces): যদি দুই বা ততোধিক বলের ক্রিয়ারেখা একটি বিন্দুতেই মিলিত হয়।

লক্ষি (Resultant): একাধিক বলের সম্মিলিত প্রভাব যে একক বল দ্বারা প্রকাশ করা যায়।

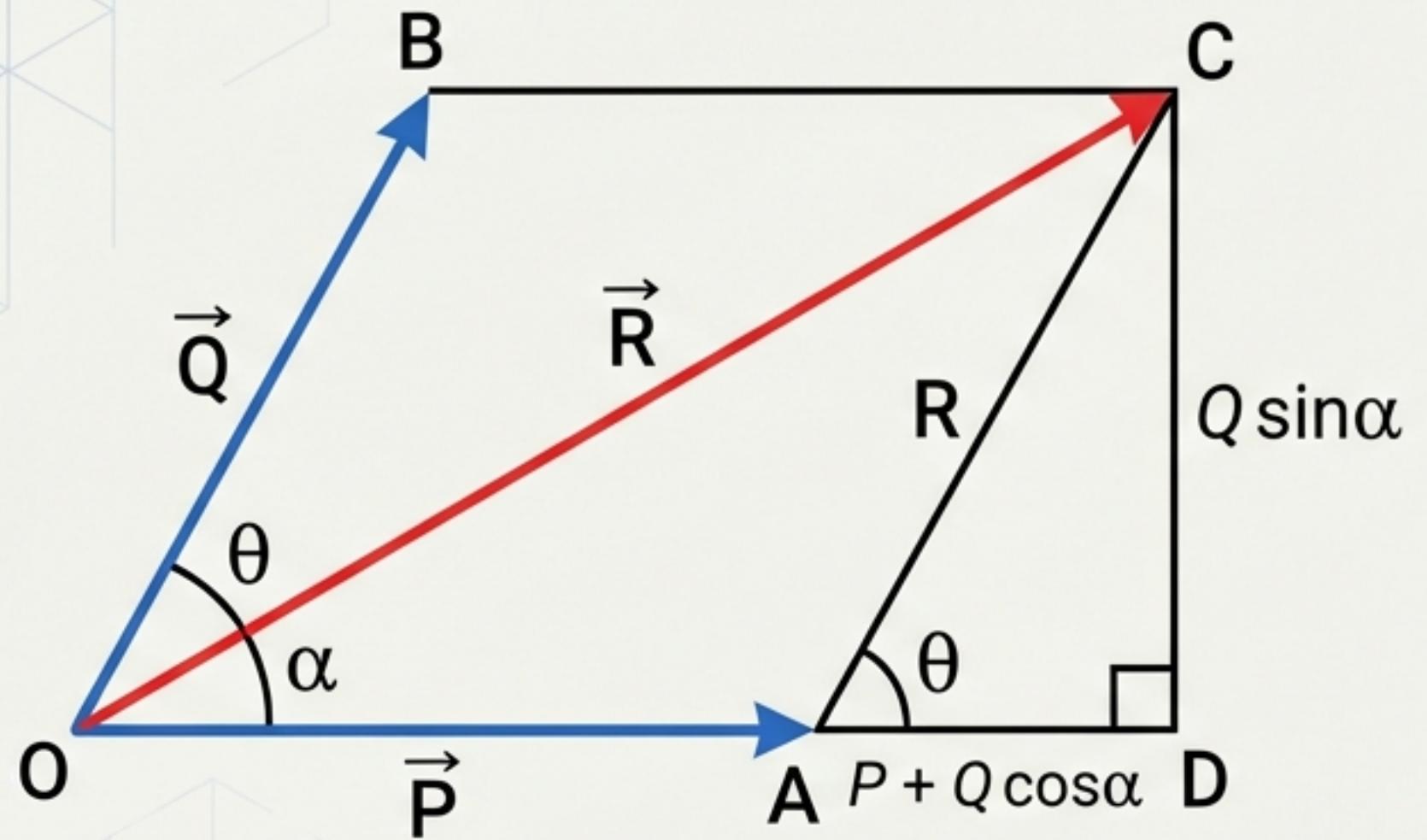
বলের সামান্তরিক সূত্র



যদি কোনো বিন্দুতে ক্রিয়ারত দুটি বলকে একটি সামান্তরিকের দুটি সন্ধিত বাহু দ্বারা মান ও দিকে নির্দেশ করা যায়, তবে ওই বিন্দুগামী কর্ণটিই বলদ্বয়ের লম্বির মান ও দিক নির্দেশ করবে।

$$\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$$

লক্ষির মান ও দিক নির্ণয়



লক্ষির মান (Magnitude)

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \alpha}$$

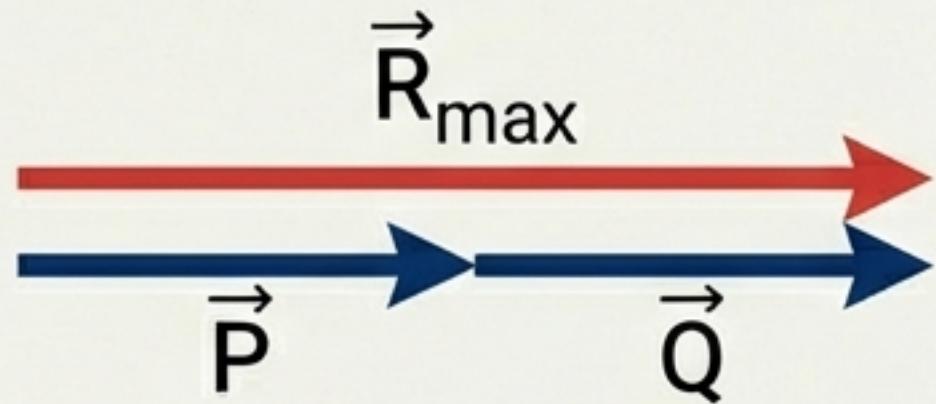
লক্ষির দিক (Direction)

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{Q \sin \alpha}{P + Q \cos \alpha} \right)$$

α = বলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, θ = লক্ষি \vec{R} এবং \vec{P} বলের মধ্যবর্তী কোণ।

লক্ষির বিশেষ ফ্রেন্ডসমূহ

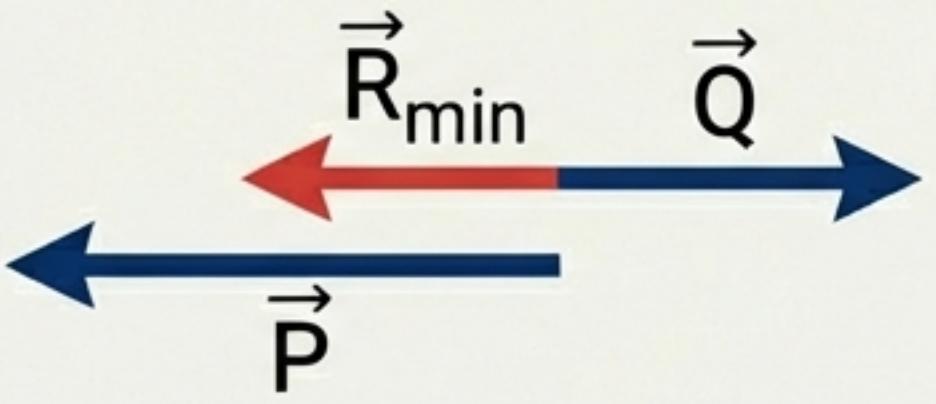
সর্বোচ্চ লক্ষি (Maximum)



$$\alpha = 0^\circ$$

$$R_{\max} = P + Q$$

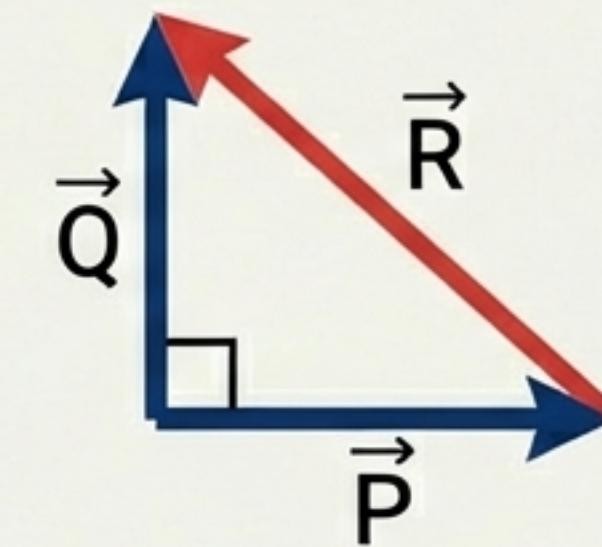
সর্বনিম্ন লক্ষি (Minimum)



$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_{\min} = P \sim Q$$

লম্বভাবে ক্রিয়াশীল
(Perpendicular)

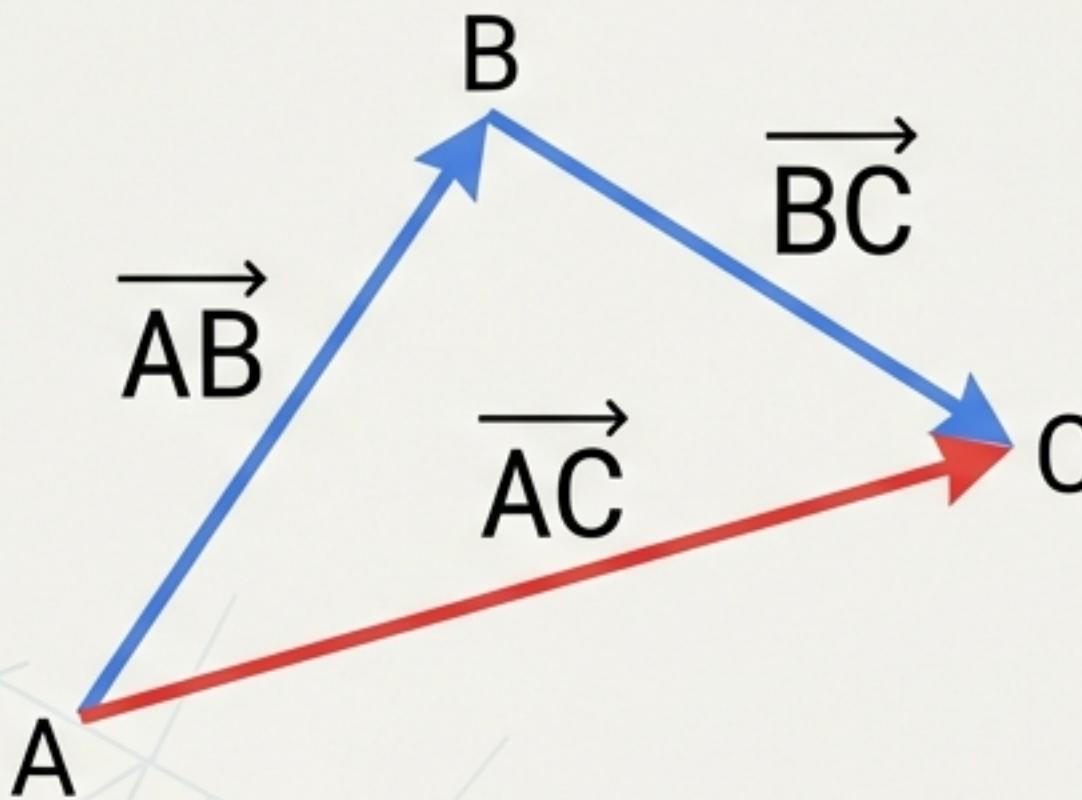


$$\alpha = 90^\circ$$

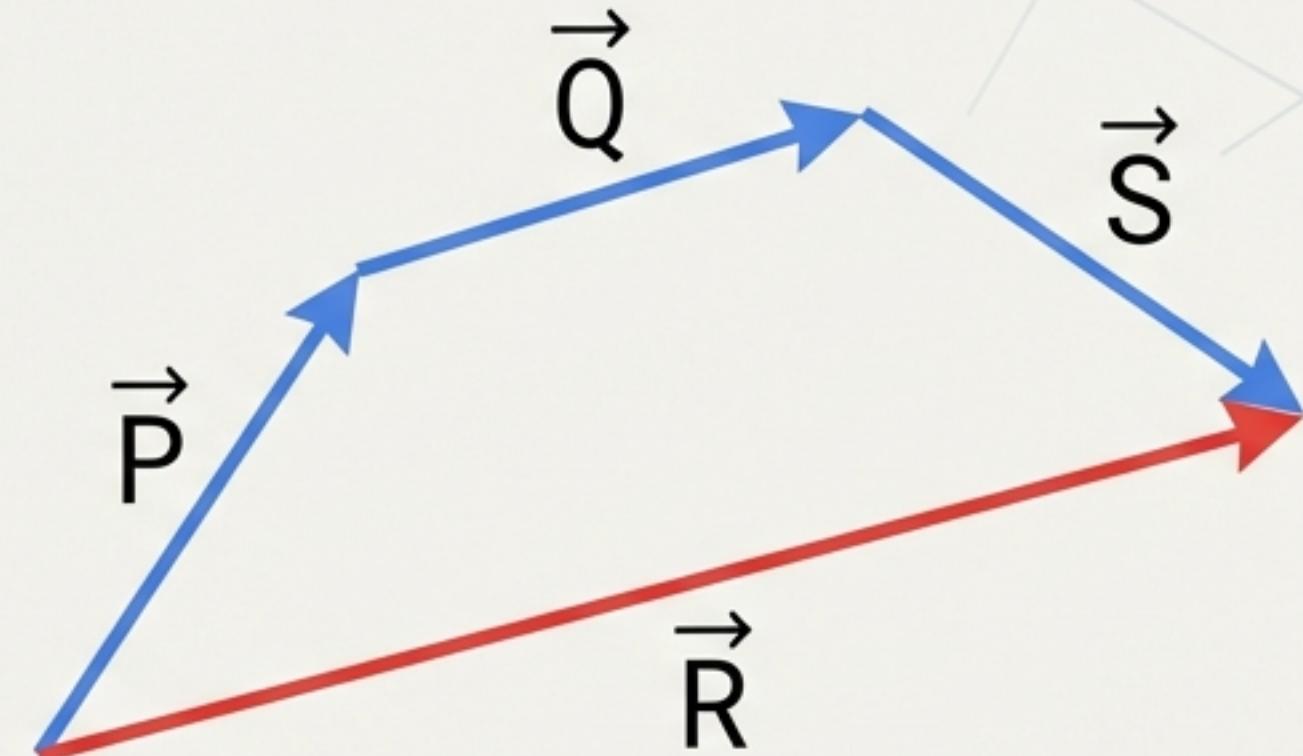
$$R = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

বলের ত্রিভুজ ও বহুভুজ সূত্র

ত্রিভুজ সূত্র



বহুভুজ সূত্র

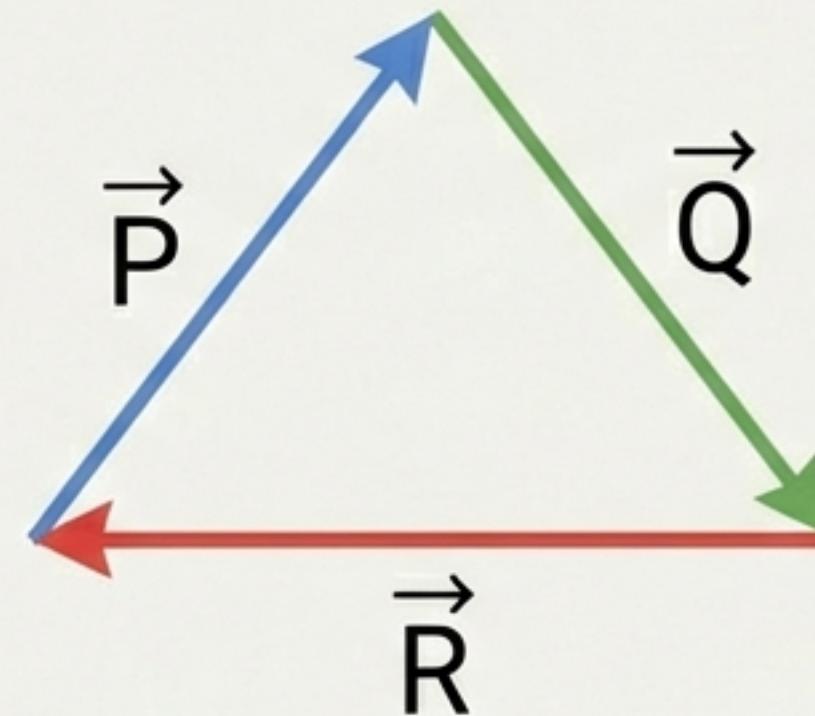


ত্রিভুজ সূত্র: দুটি বল ক্রমানুসারে ত্রিভুজের দুটি
বাহু হলে, তৃতীয় বাহুটি বিপরীত ক্রমে লক্ষি
নির্দেশ করে।

বহুভুজ সূত্র: বহুভুজের বাহুগুলো ক্রমানুসারে
বল নির্দেশ করলে, শেষ বাহুটি বিপরীত ক্রমে
লক্ষি নির্দেশ করে।

সাম্যবস্থা (Equilibrium)

যখন লক্ষি বল শূন্য



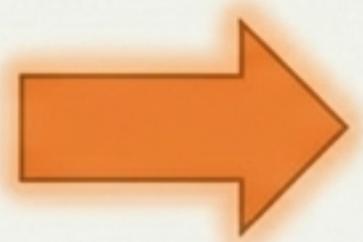
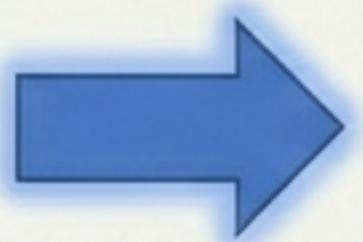
$$\sum F = 0$$

সাম্যবস্থার শর্ত: বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত
সকল বলের ভেক্টর সমষ্টি শূন্য হতে হবে।

$$\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$$

গাণিতিক শর্ত: তিনটি বল যদি একই ক্রমে
একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু দ্বারা নির্দেশ
করা যায়, তবে তারা সাম্যবস্থায় থাকে।

সারসংক্ষেপ: মেকানিক্স স্পেকট্রাম



গতির বর্ণনা
(v, u, a, t)

গতির কারণ
($F = ma$)

বলের ভারসাম্য
($\sum F = 0$)

গতি থেকে স্থিতি—পদার্থবিজ্ঞান আমাদের মহাবিশ্বের প্রতিটি মূহূর্তকে ব্যাখ্যা করে।