

## ১.০ ভূমিকা

তুমি তোমার আশ্বুকে কতটুকু ভালোবাসো?

— মাপা যায়না।

টিভি দেখতে কতখানি পছন্দ করো?

— মাপা যায়না।

এইরকম আরও অনেক উদাহরণ দেয়া যায়, যেমন – রাগ, হিংসা, আশা-ভরসা ইত্যাদি। এগুলো হচ্ছে আবেগ-অনুভূতি। এগুলো মাপা যায়না। যা কিছু মাপা যায়না, পদার্থবিজ্ঞান সেগুলো নিয়ে কথা বলেনা।

তাহলে পদার্থবিজ্ঞান কি নিয়ে কথা বলে?

তোমার ভর কত?

— ৫০ কেজি।

স্কুল যেতে তোমার কতক্ষণ লাগে?

— ১০ মিনিট।

আজকে অনেক গরম। আজকের তাপমাত্রা কত?

— ৪০ ডিগ্রি সেলসিয়াস।

এইরকম হাজারো উদাহরণ দেয়া যায়, যেগুলো মাপা যায়।

তাহলে যা কিছু মাপা যায় পদার্থবিজ্ঞান শুধু তাদেরকে নিয়েই কথা বলে। আর যাদেরকে মাপা যায়, তাদেরকে রাশি বলে।

তাহলে ভালোবাসা রাশি না। ভর একটা রাশি, তাপমাত্রা একটা রাশি, সময় একটা রাশি। এরকম আরও আছে।

আমরা যেহেতু পদার্থবিজ্ঞান পড়তে বসেছি, আর পদার্থবিজ্ঞান যেহেতু শুধু রাশি নিয়ে কথা বলে, তাই এখন আমরা একটার পর একটা রাশি নিয়ে কথা বলবো। এভাবে ধীরে ধীরে আমরা পদার্থবিজ্ঞান শিখে ফেলবো।

এখন আমরা রাশি নিয়ে কথা বলা শুরু করবো, তারমানে পদার্থবিজ্ঞান পড়তে শুরু করবো। এখন আমরা 'সরণ' ও 'দূরত্ব' এই দুটি রাশি নিয়ে কথা বলবো। এরা কিভাবে রাশি, সেই গল্প এখন বলা হবে।

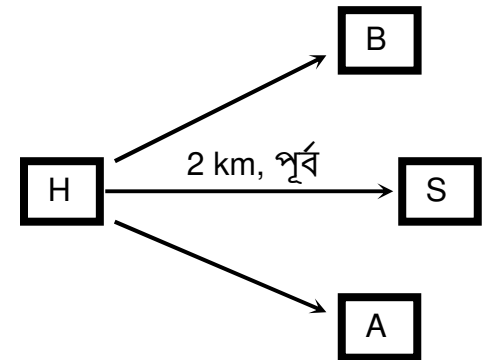
H তোমাদের বাড়ি। এখানে তোমরা সবাই একসাথে বাস করো। বাবা-মা, ভাই-বোন, দাদা-দাদী। S তোমার স্কুল। ডানপাশের চিত্রে (চিত্র ১) খেয়াল করো, ধরি,

HS = 2 km

HB = 2 km

HA = 2 km

HS হচ্ছে তোমার স্কুলের রাস্তা এবং HB ও HA অন্য দুটি রাস্তা, কিন্তু সবগুলো রাস্তাই একই সমান লম্বা (2 km)।



চিত্র ১

## ১.১ সরণ ও দূরত্ব

মনে কর, H থেকে B তে যেতে তোমার সময় লাগে ২০ মিনিট। তাহলে H থেকে S এবং H থেকে A তে যেতেও ২০ মিনিট লাগবে কারণ প্রতিটা রাস্তা সমান। কিন্তু যেকোন রাস্তাতে গেলেই কি তুমি স্কুলে পৌঁছবা? না, পৌঁছবা না। তাহলে তোমাকে যদি প্রশ্ন করি, তোমার স্কুল কতদূরে? তুমি যদি উত্তর দাও যে, আমার স্কুল ২ km দূরে; তাহলে ভুল হয়ে যাবে। কারণ যেকোন রাস্তাতে তুমি ২ km গেলে স্কুল খুঁজে পাবানা। তোমাকে পূর্ব দিকে ২ km যেতে হবে। তাহলে তোমার সঠিক উত্তর হবে, আমার স্কুল ২ km পূর্বদিকে।

এবার আসি তোমার দাদুর গল্পে। মনে কর তোমার দাদুর ডায়াবেটিস রোগ আছে। এই রোগের রোগীদের অনেক হাঁটাহাঁটি করতে হয়। এতে করে তাঁদের রোগ নিয়ন্ত্রণে থাকে। তো তোমার দাদু প্রতিদিন ২ km করে হাঁটেন। তোমার কি মনে হয় যে, ডাক্তার সাহেব তোমার দাদুকে বলবেন যে, খবরদার আপনি HB বরাবর ২ km হাঁটবেন না, হাঁটলে আপনার ডায়াবেটিস বেড়ে যাবে, আপনি HS বরাবর ২ km হাঁটবেন। মোটেও বলবেন না। যেকোন একদিকে হাঁটলেই হলো। তাই নয় কি?

এখন প্রশ্ন হচ্ছে যে, তোমার স্কুল কতদূরে?

— ২ km

তোমার দাদু কতদূর হাঁটেন?

— ২ km

ওয়াও! দুটোই মাপা যায়। তারমানে দুটোই রাশি। কিন্তু এই দুটি রাশির মধ্যে তফাৎ আছে। সেটা কি? আসো দেখি,

	মান	একক	দিক
তোমার ২ km	আছে '২'	আছে 'km'	আছে 'পূর্ব'
দাদুর ২ km	আছে '২'	আছে 'km'	নাই

তারমানে আমরা দেখতে পাচ্ছি যে, রাশি হতে গেলে মান ও একক থাকা লাগবে। দিক কখনও কখনও থাকতে পারে, আবার নাও পারে। তাহলে রাশি দুই প্রকার বলা যায়। যথাঃ (১) দিকওয়ালা রাশি ও (২) দিকছাড়া রাশি।

তোমার **২ km পূর্বদিক** একটি দিকওয়ালা রাশি। এই রাশির নাম কি? এই রাশির নাম হচ্ছে 'সরণ'। যেমন প্রতিটা মানুষের নাম থাকে, তেমন প্রতিটা রাশিরও নাম থাকে। তুমি তো তোমার কোন বন্ধুকে 'এই মানুষ' বলে ডাকতে পারোনা।

'সরণ' শব্দটা এসেছে, তুমি কোন একটা নির্দিষ্ট দিকে কতটুকু 'সরেছো'।

তোমার দাদুর **২ km** একটি দিকছাড়া রাশি। এই রাশির নাম কি? আর যাই হোক এই রাশির নাম 'সরণ' হতে পারেনা। কেননা এই নামটা আমরা অন্য একটি রাশিকে ইতিমধ্যেই দিয়ে দিয়েছি। তাই এই রাশির নাম হচ্ছে 'দূরত্ব'। 'দূরত্ব' শব্দটা এসেছে, তোমার দাদু কত'দূর' গেছেন।

তাহলে আমরা দুটি রাশি পেয়ে গেলাম। এখন আমরা এদের সম্পর্কে আরও বেশি জানার চেষ্টা করবো। প্রথম প্রশ্ন হচ্ছে যে, সরণ ও দূরত্ব কিভাবে হিসাব করতে হয়?

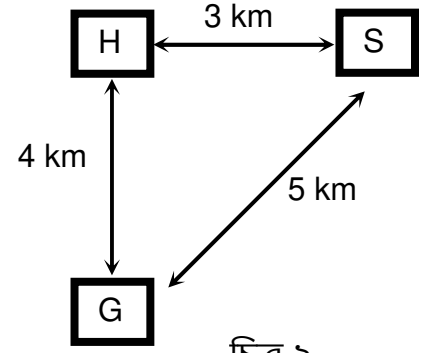
পাশের চিত্রটি (চিত্র ২) খেয়াল করি। এখানে,

H = তোমার বাড়ি

S = তোমার স্কুল

G = তোমার খেলার মাঠ

এবং HS = 3 km, HG = 4 km, SG = 5 km



চিত্র ২

ধর, একদিন তুমি বাড়ি থেকে স্কুল গিয়ে অর্থাৎ 3 km গিয়ে দেখলে যে, স্কুল কোন কারণে ছুটি। এরপর তুমি ভাবলে যে, তাহলে খেলার মাঠে যাই। তো তুমি স্কুল থেকে খেলার মাঠে গেলে অর্থাৎ 5 km গেলে। গিয়ে দেখলে যে, মাঠও কেউ নেই। কি বিচ্ছিরি একটা ব্যাপার বলোতো। যাই হোক এরপর তুমি মন খারাপ করে মাঠ থেকে বাড়ি চলে আসলে অর্থাৎ 4 km আসলে।

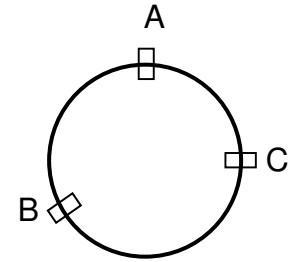
এখন প্রশ্ন হচ্ছে যে, তোমার সরণ কত এবং দূরত্ব [অতিক্রান্ত, আমরা তো দূরত্ব অতিক্রম করি তাইনা!] কত?

একটা একটা করে তাহলে হিসাব করা যাক। প্রথমে তোমার 'সরণ' কত? তারমানে তুমি কতটুকু 'সরেছো'? তুমি ছিলে প্রথমে বাড়িতে, এখন তুমি অনেক রাস্তা ঘুরে আবার বাড়িতে। তাহলে ব্যাপার দাঁড়াচ্ছে যে, তুমি আসলে 'সরোইনি'। অর্থাৎ তোমার কোন 'সরণ' হয়নি। তাহলে তোমার সরণ = 0 km।

কি বুঝলে? সরণ কিভাবে মাপতে হয়? যেখান থেকে যাত্রা আরম্ভ [এই উদাহরণের ক্ষেত্রে সেটা বাড়ি] করেছো এবং যেখানে যাত্রা শেষ [এটাও বাড়ি] করেছো, শুধু এই দুইটা স্থান মাথায় রাখতে হবে।

আরেকটা উদাহরণ দেখা যাক, পাশের চিত্রটি (চিত্র ৩) খেয়াল করো। মনে করো এটা একটা গোল রাস্তা। তুমি A বিন্দু থেকে হাঁটতে শুরু করে B বিন্দু ঘুরে এবং C বিন্দু ঘুরে আবার A বিন্দুতে এসে থামলে। তোমার সরণ কত হবে?

তোমার সরণ হবে শূন্য। এক্ষেত্রেও আসলে তুমি 'সরোইনি'।



চিত্র ৩

একটা ব্যাপার মনে রাখো, পরে কাজে দিবে। যেখান থেকে যাত্রা শুরু করছো সেই জায়গার নাম 'আদিবিন্দু' [আদি মানে শুরু] এবং যেখানে শেষ করছো সেই জায়গার নাম 'শেষবিন্দু'।

চিত্র ২ এ তোমার দূরত্ব [অতিক্রান্ত] কত?

তুমি প্রথমে বাড়ি থেকে স্কুলে 3 km, এরপর স্কুল থেকে খেলার মাঠে 5 km, সবশেষে মাঠ থেকে বাড়ি 4 km গেছো। তাহলে তোমার অতিক্রান্ত দূরত্ব = 3 km + 5 km + 4 km = 12 km.

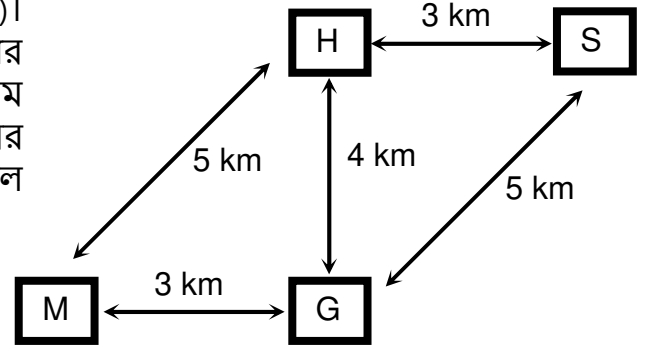
কি বুঝলে? দূরত্ব মাপার জন্য দেখতে হয় তুমি কোন্ কোন্ রাস্তা দিয়ে কতখানি কতখানি করে গেছো। শুরু আর শেষ দেখার দরকার নাই।

এখন আমরা আরও একটি উদাহরণ দেখবো, তাহলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে তোমাদের কাছে।

পাশের চিত্র ৪ খেয়াল করো, এখানে M হচ্ছে Market (বাজার)। তোমার আন্সু তোমাকে বললেন যে, স্কুলে যাওয়ার আগে বাজার থেকে ডিম এনে দিয়ে যা। তুমি HM বরাবর 5 km গিয়ে ডিম কিনে MG বরাবর 3 km গিয়ে খেলার মাঠ ঘুরে আবার GH বরাবর 4 km গিয়ে মা'কে ডিম দিয়ে HS বরাবর 3 km গিয়ে স্কুলে পৌঁছালে।

এখন এই ক্ষেত্রে তোমার সরণ ও দূরত্ব কত?

সরণ কিভাবে মাপতে হয়, মনে আছে? যেখান থেকে শুরু করেছে এবং যেখানে শেষ করেছে, শুধু এই দুইটা হিসাব মাথায় রাখতে হয়। তাহলে শুরু হয়েছিল বাড়ি থেকে এবং শেষ হয়েছে স্কুলে গিয়ে। তাহলে তোমার সরণ = HS = 3 km.



চিত্র ৪

আর দূরত্ব কিভাবে মাপতে হয়? কোন্ কোন্ রাস্তা দিয়ে কতখানি কতখানি করে গেছে সেগুলো সব যোগ দিলেই পাওয়া যায়, তাই নয় কি? ঠিক আছে, তাহলে

H থেকে শুরু ..... HM = 5 km

তারপর M থেকে ..... MG = 3 km

এরপর G থেকে মায়ের কাছে ..... GH = 4 km

সবশেষে স্কুল ..... HS = 3 km

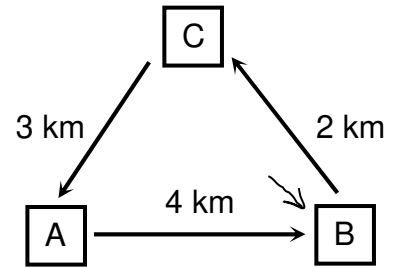
তাহলে তোমার অতিক্রান্ত দূরত্ব = 5 km + 3 km + 4 km + 3 km = 15 km

চিত্র ৪ থেকে আমরা দেখলাম যে, একই রাস্তা ও একই ঘটনা কিন্তু তারপরেও তোমার সরণ (3 km) ও অতিক্রান্ত দূরত্ব (15 km) আলাদা। তাহলে বোঝাই যাচ্ছে যে, সরণ ও দূরত্ব আলাদা রাশি।

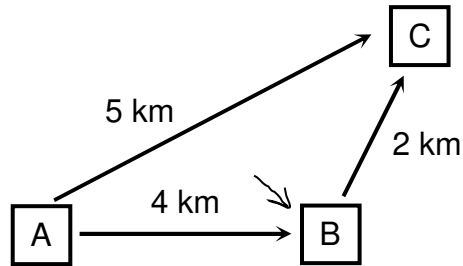
রাশি	কিভাবে পরিমাপ করতে হয়?
সরণ	আদিবিন্দু ও শেষবিন্দুর মধ্যবর্তী (ক্ষুদ্রতম, এটা নিয়ে পরে আলোচনা করছি) দূরত্ব নিতে হবে।
দূরত্ব	কোন্ কোন্ রাস্তা দিয়ে মোট কতখানি গেছে সেটা নিতে হবে।

এবার আমরা একটা বিশেষ উদাহরণ দেখবো,

পাশের চিত্র ৫ এ, মনে করো তুমি প্রথমে A হতে B তে 4 km গেলে। তারপর B হতে C পর্যন্ত 2 km গেলে। তাহলে, তোমার সরণ = AC = 3 km। কিন্তু দূরত্ব = AB + BC = 4 km + 2 km = 6 km



চিত্র ৫



চিত্র ৬

পাশের চিত্র ৬ এ, মনে করো তুমি চিত্র ৫ এর মতো করেই A হতে B তে 4 km এবং তারপর B হতে C পর্যন্ত 2 km গেলে। এবার কিন্তু তোমার সরণ = AC = 5 km হয়েছে। দেখতেই পাচ্ছে এখানে A থেকে C একটু বেশি দূরে আছে। আর দূরত্ব = AB + BC = 4 km + 2 km = 6 km ই আছে।

উপরের চিত্র দুটিতে (চিত্র ৫ ও ৬) দূরত্ব (6 km) একই আছে, কিন্তু সরণ আলাদা হয়ে গেছে। কারণ দেখো চিত্র ৫ এ কোণ  $\angle ABC$  তীরচিহ্ন দিয়ে নির্দেশ করা আছে ছোট তাই সরণ কম (3 km) হয়েছে। আর চিত্র ৬ এ কোণ  $\angle ABC$  এর মান চিত্র ৫ এর তুলনায় বড়, তাই সরণ বেশি (5 km) হয়েছে।

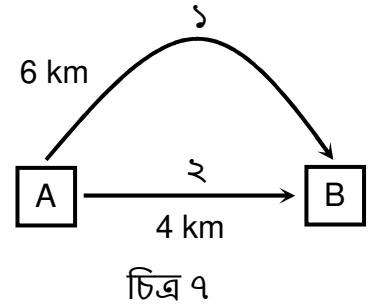
তাহলে আমরা বলতে পারি যে, সরণ কম হবে না বেশি হবে সেটা নির্ভর করে বিপরীত কোণের ওপর। চিত্র ৫ বা চিত্র ৬ এ যদি আমরা AC কে ABC ত্রিভুজের একটি বাহু কল্পনা করি তবে তার বিপরীত দিকের কোণ হবে  $\angle ABC$ , তাই নয় কি?  $\angle ABC$  কোণকে নির্দেশ করার জন্য যে তীরচিহ্ন দেয়া আছে সেটা খেয়াল করলে সহজেই তোমরা বুঝে যাবে।

আমরা কোণের হিসেব করি জ্যামিতি দিয়ে। তোমাদের কি মনে আছে যে, 'সরণ' দিকওয়ালা রাশি? তাহলে বলা যায় যে, দিকওয়ালা রাশির হিসাব-নিকাশ অর্থাৎ যোগ-বিয়োগ হবে জ্যামিতিক উপায়ে কেননা সেখানে কোণের হিসাব-নিকাশ (উপরের উদাহরণে  $\angle ABC$ ) চলে আসছে।

ঘাবড়ানোর কিছু আপাতত নেই, কারণ নবম-দশম শ্রেণীতে তোমরা এই ধরনের হিসাব-নিকাশ দেখতে পাবেনা বললেই চলে। বড় ক্লাসে উঠে পাবে। ততদিনে পদার্থবিজ্ঞানে তুমি অনেক ভালো হয়ে যাবে।

দূরত্ব দিকছাড়া রাশি। এর হিসাব-নিকাশ তোমরা ইতিমধ্যেই দেখেছো। শুধু যোগ করে দিলেই হয়, এক্ষেত্রে কোন কোণের হিসাব করা লাগেনা। এই ধরনের যোগ-বিয়োগ তোমরা বীজগণিতে অনেক করেছো। তারমানে দিকছাড়া রাশির হিসাব হবে বীজগাণিতিক নিয়মে।

কিছুক্ষণ আগে উল্লেখ করা হয়েছে যে, সরণ আদিবিন্দু ও শেষবিন্দুর মধ্যকার ক্ষুদ্রতম দূরত্ব। এখন এই বিষয়টি নিয়ে একটু কথা বলা যাক। পাশের চিত্র ৭ এ দেখা যাচ্ছে যে, স্থান A ও B এর মধ্যে দুটি রাস্তা আছে। মনে করো তুমি ১ নং রাস্তা ধরে A থেকে B তে গেলে, তাহলে তোমার সরণ ও দূরত্ব কত হবে? খেয়াল করে দেখো যে, ১ নং রাস্তাটি খানিকটা ঘুরে A হতে B তে গেছে যার দৈর্ঘ্য 6 km। তাহলে এক্ষেত্রে দূরত্ব হবে 6 km কিন্তু সরণ কত হবে?



সরণ হবে 4 km, এখন মনে প্রশ্ন জাগতে পারে যে আমরা তো ২ নং রাস্তা দিয়ে যাইনি। তুমি যে রাস্তা ব্যবহার করেই যাওনা কেন সেটা কোন বিষয় নয়। সরণ হবে সবসময় ছোট বা ক্ষুদ্রতম দূরত্ব টা। আচ্ছা যদি এবার আমরা ২ নং রাস্তা ব্যবহার করে A হতে B তে যাই এক্ষেত্রে দূরত্ব ও সরণ কত হবে? এক্ষেত্রে দূরত্ব হবে 4 km কেননা সেটা রাস্তার দৈর্ঘ্য এবং সরণও হবে 4 km কারণ এটা ক্ষুদ্রতম দূরত্ব। ক্ষুদ্রতম দূরত্ব নির্ধারণ করতে হয় একবিন্দু থেকে অন্যবিন্দুতে লম্ব টেনে।

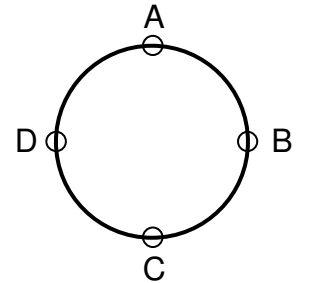
এখন তোমাদের জন্য একটা প্রশ্ন। নিচে উত্তর দেয়া আছে, তবে প্রথমে নিজে চেষ্টা করো। যদি একান্তই না পারো তাহলে উত্তর দেখে নাও।

প্রশ্নটি হচ্ছে, পাশের বৃত্তাকার রাস্তার ব্যাসার্ধ 1 km। তুমি যদি রাস্তাটিতে,

- (১) A হতে A তে যাও
- (২) A হতে C তে যাও
- (৩) A হতে B তে যাও
- (৪) A হতে D তে যাও, তাহলে তোমার সরণ ও দূরত্ব কত?

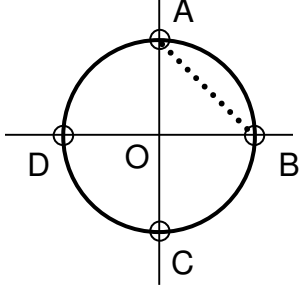
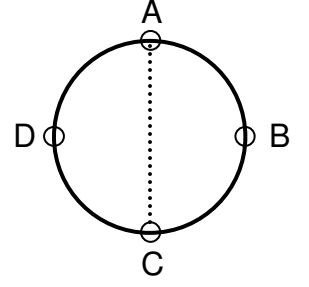
উত্তর:

(১) A হচ্ছে আদিবিন্দু বা যাত্রা শুরুর স্থান। আমরা A হতে A তে যাচ্ছি তারমানে আমাদের শেষবিন্দু একই। অর্থাৎ আমাদের কোন সরণ হচ্ছেনা, তাই সরণ শূন্য।



আর দূরত্ব হবে এক পরিধি (আমি আশা করছি পরিধি সম্পর্কে তোমাদের ধারণা আছে)। আমরা A হতে A তে যাচ্ছি তারমানে আমরা পুরো বৃত্তাকার রাস্তাটি একবার ঘুরে এসেছি অর্থাৎ আমরা এক পরিধি অতিক্রম করেছি।  
তাই দূরত্ব = এক পরিধি =  $2\pi r = 2 \times 3.14 \times 1 = 6.28 \text{ km}$ ।

(২) A হতে C তে যাওয়া মানে আমরা অর্ধেক রাস্তা গিয়েছি। তাহলে সরণ হবে A হতে C তে লম্ব, AC। পাশের চিত্রের ডট ডট দেয়া লাইনটাই হবে এক্ষেত্রে সরণ। তাই নয় কি? তাহলে সরণ,  $AC = \text{ব্যাস} = 2 \text{ km}$ ।  
আর দূরত্ব হবে A থেকে C তে আমরা অর্ধেক বৃত্তাকার রাস্তা এসেছি তাই  
অর্ধেক পরিধি =  $\frac{2\pi r}{2} = \pi r = 3.14 \times 1 = 3.14 \text{ km}$ ।



(৩) A হতে B তে যাওয়া মানে আমরা বৃত্তাকার রাস্তার চারভাগের একভাগ গিয়েছি। পাশের চিত্রের ডট ডট দেয়া লাইনটাই হবে এক্ষেত্রে সরণ। ধরি, বৃত্তাকার পথের কেন্দ্র O। তাহলে সমকোণী ত্রিভুজ AOB এ পীথাগোরাসের সূত্র ব্যবহার করলেই সরণ AB (এখানে যেটা অতিভুজ) বের হয়ে যাবে। এখানে  $AO = BO = \text{ব্যাসার্ধ} = 1 \text{ km}$ ।

তাহলে সরণ,  $AB = \sqrt{AO^2 + BO^2} = \sqrt{1+1} = \sqrt{2} = 1.41 \text{ km}$

আর দূরত্ব হবে পরিধির চারভাগের এক ভাগ। আশা করছি বাকিটুকু নিজে বের করতে পারবে।

এখন আমরা 'সরণ' এর সংজ্ঞা তৈরি করবো। যদি কোন বিষয় ভালোমতো বোঝা যায় তার সংজ্ঞা নিজে থেকেই বলতে পারার কথা। আমি যদি তোমাদের জিজ্ঞেস করি যে, মানুষ কাকে বলে? প্রশ্নটা শুনে যদিও খুব বিদঘুটে মনে হচ্ছে, তারপরেও আশা করা যায় সবাই নিজের মন মতো একেকটা সংজ্ঞা বলতে পারবে এবং এটা বলাই যায় যে সবার সংজ্ঞাই ঠিক হবে। কারণ আমরা চোখের সামনে অনেক মানুষ দেখে অভ্যস্ত।

যাইহোক সরণের সংজ্ঞায় মনোযোগ দিই। মনে করে দেখো, এর আগের উদাহরণে আমরা দেখেছি তুমি বাড়ি থেকে স্কুলে গেলে তোমার সরণ হচ্ছে। তারমানে তুমি প্রথমে এক অবস্থানে ছিলে, তারপর অবস্থান পরিবর্তন করে অন্য অবস্থানে যাচ্ছে। তাই তোমার সরণ হচ্ছে। তাহলে সরণ হওয়ার জন্য অবস্থানের পরিবর্তন হওয়া দরকার। আমরা এরকমও উদাহরণ দেখেছি যেখানে সরণ শূন্য হয়েছে কারণ আমরা যে অবস্থানে ছিলাম, ঘুরেফিরে সেখানেই ফিরে এসেছি। তারমানে আমাদের অবস্থানের পরিবর্তন হয়নি।

তাহলে সরণের সংজ্ঞার মধ্যে অবশ্যই অবস্থানের পরিবর্তনের বিষয়টি উল্লেখ করতে হবে। আবার আমরা এটাও জানি যে, সরণ দিকওয়ালা রাশি। তাই এই তথ্যটাও সংজ্ঞার মধ্যে থাকতে হবে। তাহলে যদি আমরা বলি যে,

“নির্দিষ্ট দিকে (দিকের কথা বলা হচ্ছে) কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।”

সংজ্ঞা একটা তৈরি হলো কিন্তু খানিকটা সমস্যা রয়ে গেছে। এখন আমরা সেটা নিয়ে আলোচনা করবো। আমি যদি বলি, আমি গরীব। সেটা কোন সমস্যা না, একজন মানুষ গরীব হতেই পারে। আবার পরক্ষণেই ধরো আমি বললাম যে, আমি বড়লোক। এবার মানুষজন ভুরু কঁচকে আমার দিকে তাকাবে।

কিন্তু আমি যদি এভাবে বলি যে, আমি আবুলের চেয়ে গরীব কিন্তু বাবুলের চেয়ে বড়লোক। তাহলে আর কারও ভুরু কঁচকাবে না। আসলে খেয়াল করে দেখ, আমরা এই পৃথিবীতে যাই কিছু হিসাব করি না কেন তার একটা তুলনা থাকে। যেমন, আমি উমুকের চেয়ে ফর্সা কিন্তু উমুকের চেয়ে কালো ইত্যাদি।

ধরো তুমি তোমার বাবার সাথে বাসে করে কোথাও যাচ্ছে। তুমি তোমার বাবার পাশের সিটে চুপচাপ বসে আছো। হঠাৎ তুমি বাসের জানালা দিয়ে দেখলে তোমার এক বন্ধু রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে তোমাকে দেখলো যে, তুমি সাঁ করে তার পাশ দিয়ে চলে যাচ্ছে। তাহলে চিন্তা করে দেখো, তোমার বাবা তোমাকে দেখছে তুমি স্থির হয়ে বসে আছো আর তোমার বন্ধু তোমাকে দেখছে তুমি সাঁ করে চলে যাচ্ছে। কি মুশকিল!

একই মানুষ একই সময়ে দুইভাবে থাকে কিভাবে? আসলে এটা মোটেও জটিল কিছু না। কিছুক্ষণ আগেই আমি একইসাথে বলছিলাম যে, আমি গরীব, আমি বড়লোক। এখানেও ব্যাপার খানিকটা সেরকমই ঘটেছে। আসলে তোমার বাবা তোমাকে তুলনা করছেন বাসের মধ্যকার পরিবেশের সাথে এবং তোমার বন্ধু তোমাকে তুলনা করছে বাসের আশেপাশে যে প্রকৃতি আছে যেমন গাছপালা, নদীনালা ইত্যাদি।

তারমানে তাদের তোমাকে তুলনা করার বিষয় আলাদা হওয়ার কারণেই তুমি একইসাথে বাবার কাছে স্থির এবং বন্ধুর কাছে গতিশীল। তাই কোন হিসাব করার সময় আমরা কে বলে দিতে হবে যে, আমরা কিসের তুলনায় হিসাবটা করছি।

এইযে আমরা দাবি করলাম উপরের 'সরণের' সংজ্ঞায় একটু ঝামেলা আছে। আসলে সেটা হচ্ছে যে, কোন বস্তু যখন তার অবস্থান পরির্তন করছে তখন কিসের তুলনায় করছে সেটা বলে দিতে হবে। আমি তুমি যখন রাস্তা দিয়ে হেঁটে যাই অর্থাৎ আমাদের নিজেদের সরণ ঘটাই তখন সেটা হয় চারপাশের দালানকোঠা, গাছপালা, নদীনালা ইত্যাদির তুলনায়। এই চারপাশকে বলা হয় পারিপার্শ্বিক। তাই 'সরণের' সংজ্ঞা হবে,

"নির্দিষ্ট দিকে পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে কোন বস্তুর অবস্থানের পরির্তনকে সরণ বলে।"

এখন আমরা সরণের একক নিয়ে কথা বলবো। ধরো তুমি তোমার বাড়ি থেকে স্কুল গেলে। তাহলে তোমার সরণ হয়েছে। ধরলাম বাড়ি থেকে স্কুল 1 km দূরে। তাহলে সরণ = 1 km = 0.621 mile = 3280.84 foot = 1093.613 gauge। অবস্থা কত খারাপ বুঝতে পারছো? মানে এই একটা রাশির কতগুলো একক। আরও আছে, আমি নিজেও হয়তো জানিনা। যাইহোক, একটা রাশির এতগুলো একক হলে সমস্যা। এক দেশের মানুষ অন্যদেশে গেলে ব্যবসা-বাণিজ্য, বিভিন্ন রকম হিসাব-নিকাশে ঝামেলা হবে।

তাই ১৯৬০ সালে বড় বড় বিজ্ঞানীরা বসে ঠিক করলেন যে, পৃথিবীর সবাই একইরকম একক ব্যবহার করবে। আজ থেকে সরণের একক হবে মিটার (meter), ভরের একক হবে কিলোগ্রাম (kilogram, সংক্ষেপে kg), সময়ের একক হবে সেকেন্ড (second) ইত্যাদি। এককগুলো যেহেতু সবদেশের সকল মানুষের জন্য, তাই এককের এই পদ্ধতিকে 'এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি' (International System of Unit বা সংক্ষেপে SI) বলে।

তোমরা খেয়াল করো, আমরা এ যাবৎ ‘সরণ’ শব্দটা অনেকবার লিখেছি। আচ্ছা কষ্ট একটু কমানো যায়না? মানে একটা অক্ষর দিয়েই ‘সরণ’ প্রকাশ করা গেলে পরিশ্রম কমে যাবে। এখন থেকে আমরা ছোট হাতের (small letter) s দিয়ে ‘সরণ’ বুঝাবো। তাহলে সরণের প্রতীক হলো s, এই s এসেছে ল্যাটিন শব্দ spatium থেকে।

সরণ নিয়ে অনেক আলোচনা করলাম। অনেক কিছু শিখলাম। এখন সেই জ্ঞানগুলোকে একটা ছকে নিয়ে আসবো। নিচের ছকটা ভালোভাবে খেয়াল করো,

	সরণ	দূরত্ব
সংজ্ঞা	নির্দিষ্ট দিকে পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে কোন বস্তুর অবস্থানের পরির্তনকে সরণ বলে।	পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে কোন বস্তুর অবস্থানের পরির্তনকে দূরত্ব বলে।
প্রতীক	s (spatium)	d (distance)
একক	m (মিটার)	m (মিটার)
ধরন	ভেক্টর (দিকওয়ালা)	স্কেলার (দিকছাড়া)
হিসাব	জ্যামিতিক	বীজগাণিতিক

এই ছকে আমরা নতুন কয়েকটা শব্দ লিখেছি। ভেক্টর শব্দটার অর্থ হচ্ছে ‘যা কিছু বহন করে’। আমরা এখানে দেখেছি যে, দিকওয়ালা রাশি দিক বহন করে, তাই দিকওয়ালা রাশিকে বলা হয় ভেক্টর রাশি। স্কেলিং (Scaling) অর্থ হচ্ছে কোন কিছু পরিমাপ করা। এখানে শুধু মান পরিমাপ করার কথা বলা হচ্ছে, দিকের সাথে এর কোন লেনাদেনা নেই। তাই আমরা দিকছাড়া রাশিকে বলবো স্কেলার রাশি।

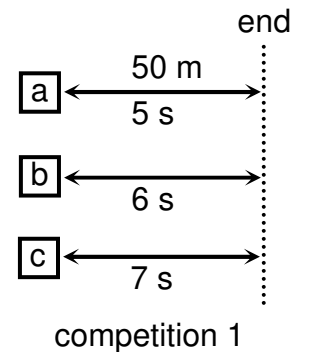
দূরত্ব এর একক আমরা মিটার বলেছি। তোমরা খেয়াল করে দেখো যে, আসলে সরণ ও দূরত্ব এর মধ্যে দিক ছাড়া আর কোন পার্থক্য নেই। তাই দূরত্বের সংজ্ঞায় সবকিছু ঠিক রেখে শুধু দিকের কথাটুকু কেটে দেয়া হয়েছে। দূরত্বকে d দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে। কারণটা খুবই সহজ, এর ইংরেজি distance।

## ১.২ বেগ ও দ্রুতি

যদি একটা দৌড় প্রতিযোগিতা আয়োজন করা যায়, যেখানে মানুষের বদলে একটা চিতাবাঘ, একটা গরু, একটা ছাগল ও একটা মুরগী দৌড়াবে। খুবই বাজে আইডিয়া বোঝাই যাচ্ছে। আচ্ছা এই প্রতিযোগিতায় কে প্রথম হবে? চিতাবাঘ, তাইনা! কেন? কারণ, আমরা সবাই জানি চিতাবাঘের দৌড়ানোর বেগ এদের মধ্যে সবচেয়ে বেশি। এই যে না বুঝেই আমরা ‘বেগ’ শব্দটা ব্যবহার করে ফেললাম বা প্রায়ই দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহার করি, সেটা নিয়েই এখন আমরা পড়াশোনা করবো।

এবার আমরা পাশাপাশি দুটি দৌড় প্রতিযোগিতা নিয়ে আলোচনা করবো যেখানে মানুষ দৌড়াবে। নিচের চিত্রটি খেয়াল করি,

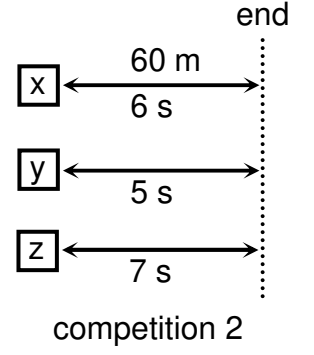
ধরো তোমার স্কুলে বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতা চলছে। সেখানে দৌড় প্রতিযোগিতায় প্রতিযোগি আছে ৩ জন (অনেক কম!)। প্রতিযোগিতাটি হবে 50 m এর। প্রতিযোগি a সবচেয়ে কম সময় (5 s) নিয়ে প্রথম স্থান অধিকার লাভ করলো।





এখন মনে করো যে, অন্য একটি স্কুলেও এরকম বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতা চলছে। সেখানেও প্রতিযোগি আছে ৩ জন। এই প্রতিযোগিতাটি হবে 60 m এর। প্রতিযোগি y সবচেয়ে কম সময় (5 s) নিয়ে প্রথম স্থান অধিকার লাভ করলো।

এখন তোমাকে দায়িত্ব দেয়া হলো যে, দুই স্কুলের মধ্যে কোন্ প্রতিযোগি প্রথম স্থান অধিকার করেছে সেটা বের করা। কিভাবে করবে? এমনিতে প্রতিযোগিতার ফলাফলের দিকে তাকিয়ে মনে হতে পারে যে, দুই স্কুলের দুই প্রথম (a ও y) দুজনেই 5 s করে সময় নিয়েছে। কিন্তু দুইটি প্রতিযোগিতা ছিল দুইরকম, একটা 50 m এর এবং অন্যটি 60 m এর। তাহলে কি এদের মধ্যে তুলনা করা সম্ভব?



আচ্ছা চেষ্টা করে দেখা যাক।

প্রতিযোগি a, 5 s এ যায় 50 m

তাহলে, প্রতিযোগি a, 1 s এ যায়  $\frac{50 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ..... (১)

তাহলে বলা যায় যে, প্রতিযোগি a প্রতি সেকেন্ডে যায় 10 m।

আবার,

প্রতিযোগি y, 5 s এ যায় 60 m

তাহলে, প্রতিযোগি y, 1 s এ যায়  $\frac{60 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ..... (২)

তাহলে বলা যায় যে, প্রতিযোগি y প্রতি সেকেন্ডে যায় 12 m।

দেখা যাচ্ছে যে, a এর তুলনায় y এর দৌড়ানোর সামর্থ্য বেশি। তারমানে এদের দুজনের মধ্যে প্রতিযোগিতা হলে y প্রথম হবে। আর যার দৌড়ানোর সামর্থ্য বেশি তার বেগ বেশি। উপরের আজব দৌড় প্রতিযোগিতার কথা মনে আছে? চিতাবাঘের দৌড়ানোর সামর্থ্য বেশি তাই সে প্রথম হয়েছিল।

তাহলে বলা যায় যে, উপরের ভাগফলগুলো [(১) ও (২) নং] যথাক্রমে প্রতিযোগি a ও y এর বেগ নির্দেশ করছে। ভাগফলগুলো আমরা কিভাবে পেলাম? a এর ক্ষেত্রে 50 m কে 5 s দিয়ে ভাগ করা হয়েছে। এখানে 50 m হচ্ছে সরণ, কারণ দৌড় প্রতিযোগিতায় অবশ্যই তোমাকে একটা নির্দিষ্ট দিকেই দৌড়াতে হবে।

তাহলে আমরা বলতে পারি যে, সরণকে সময় দিয়ে ভাগ দিলে বেগ (বেগের ইংরেজি হচ্ছে velocity) পাওয়া যায়। আসলেই বিষয়টি তাই।

অতএব,  $\text{velocity} = \frac{\text{spatium}}{\text{time}}$  বা,  $v = \frac{s}{t}$  ..... (সমীকরণ নং ১)

তোমাদেরকে অনেক অনেক অভিনন্দন, কারণ তোমরা পদার্থবিজ্ঞানের প্রথম সমীকরণটি দেখতে পাচ্ছে। সাথে এটাও হয়তো বুঝে গেছো যে, বেগকে v (small letter) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

উপরে (১) বা (২) নং ভাগফলের পাশে  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  এইরকম কিছু একটা লেখা আছে, খেয়াল করো। কোন সন্দেহ নেই যে, এটা বেগের একক। এটার বাংলা উচ্চারণ কি হবে? এটার উচ্চারণ হবে "মিটার পার সেকেন্ড", বাংলায় হবে প্রতি (পার মানে প্রতি) সেকেন্ডে 'এত' মিটার। এই সম্পর্কটা আমরা উপরের ঐকিক নিয়ম থেকে পেয়েছি তাই এই প্রতি বা পার সেকেন্ডের বিষয়টি এসেছে।

এখন তোমরা বলো, মিটারকে যে এখানে সেকেন্ড দিয়ে ভাগ দিচ্ছি; আসলেই কি এটা সম্ভব? মানে হচ্ছে যে, ৫ টা গরুকে কি ৩ টা ছাগলের সাথে যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ দেয়া যাবে?

৫ টা গরু + ৩ টা ছাগল = কতগুলো গরু?

আসলে ভিন্ন ভিন্ন রাশির মধ্যে যোগ, বিয়োগ, গুণ বা ভাগ সম্ভব না। তাহলে  $\frac{m}{s}$  এটাকে কিভাবে হিসাব করবো?

$$\text{একটা বুদ্ধি করে করা যায়, } \frac{m}{s} = \frac{m \times 1}{s} = \frac{m \times s^0}{s^1} = m \times s^{0-1} = ms^{-1}$$

এখানে আমি কি করেছি সেটা ধাপে ধাপে বর্ণনা করছি, প্রথমে উপরে (লবের সাথে) ১ গুণ করেছি। যেকোন সংখ্যার সাথে ১ গুণ করলে কোন সমস্যা নেই। তারপর ১ এর জায়গায়  $s^0$  বসিয়েছি। কারণ যেকোন কিছুর পাওয়ার বা ঘাত শূন্য হলে তার মান ১ হয় অর্থাৎ  $s^0 = 1$ । এবার খেয়াল করো, উপরে (লব) এবং নিচে (হর) একইরকম (s) রাশি পাওয়া গেছে, তাহলে এদের মধ্য হিসাব করা যাবে। আমরা জানি যে, একইরকম রাশি ভাগ অবস্থায় থাকলে তাদের পাওয়ার বিয়োগ হয়। তাই করা হয়েছে এখানে।

পরিশেষে আমরা পেলাম বেগের একক =  $ms^{-1}$  = মিটার পার সেকেন্ড

আচ্ছা এখন কারও মনে যদি প্রশ্ন জাগে যে, উপরে একটা লাইন লিখেছি আমি সেটা হচ্ছে যে, যেকোন সংখ্যার পাওয়ার বা ঘাত শূন্য হলে তার মান হবে ১, কেন? তাহলে এটা একটু বিশ্লেষণ করা যাক।

$$1 = \frac{25}{25} = \frac{5 \times 5}{5 \times 5} = \frac{5^1 \times 5^1}{5^1 \times 5^1} = \frac{5^{1+1}}{5^{1+1}} = \frac{5^2}{5^2} = 5^{2-2} = 5^0$$

এখন বলা যাক, এখানে কি কি করা হয়েছে। প্রথমে ২৫ কে ২৫ দিয়ে ভাগ করলে ১ হয়, যেটা উল্টো করে লেখা হয়েছে, ১ সমান ২৫ ভাগ ২৫। তারপর আমরা ২৫ কে ৫ গুণ ৫ লিখতে পারি। তারপর এদের পাওয়ার বা ঘাতগুলো যোগ-বিয়োগ করে শেষে আমরা পেয়েছি ৫ এর পাওয়ার শূন্য, যেটা সমান ১ লেখা যায়। মাঝের সব হিসাব-নিকাশ উড়িয়ে দিলে,  $1 = 5^0$  থাকে।

বেগ নিয়ে বেশ খানিকক্ষণ কথাবার্তা হলো, আমরা অনেককিছু শিখলাম। এখন সেগুলোকে একটা ছকে নিয়ে আসি,

	বেগ	দ্রুতি
সংজ্ঞা	সরণের হারকে বেগ বলে।	দূরত্ব অতিক্রম করার হারকে দ্রুতি বলে।
প্রতীক	v (velocity)	v (speed)
একক	$ms^{-1}$ (মিটার পার সেকেন্ড)	$ms^{-1}$ (মিটার পার সেকেন্ড)
ধরন	ভেক্টর (দিকওয়ালা)	স্কেলার (দিকছাড়া)
সমীকরণ	$v = \frac{s}{t}$	$v = \frac{d}{t}$

ছকে আমরা বেশকিছু নতুন কথা লিখেছি। সেগুলো একে একে ব্যাখ্যা করা যাক।

প্রথমেই বেগের সংজ্ঞায় লিখেছি, সরণের হারকে বেগ বলে। আমরা যতটুকু আলোচনা করেছি তার ভিত্তিতে বেগের সংজ্ঞা এরকম হতে পারতো,

“সরণকে সময় দিয়ে ভাগ দিলে যা পাওয়া তাকে বেগ বলে।” অথবা,

“প্রতি সেকেন্ডে কোন বস্তুর যে সরণ হয় তাকে ঐ বস্তুর বেগ বলে।”

আচ্ছা, যে ভাষাই ব্যবহার করি না কেন, অর্থ একই দাঁড়ায় আসলে। এখন ভাষাটাকে আমরা আরও ভালো করতে পারি।

কোন রাশিকে সময় দিয়ে ভাগ দিলে তাকে বলা যায় ঐ রাশির হার। মানে 'এত' হারে ঘটনাটি ঘটছে। বেশি বেশি ঘটছে বা কম কম ঘটছে। আমরা অনেক সময় বলি আজকে বজ্রপাতের হার বেড়ে গেছে। তারমাণে অন্যান্য দিনের তুলনায় আজকে খুব ঘন ঘন বজ্রপাত হচ্ছে।

দ্বিতীয়ত আমরা বেগকে ভেক্টর বা দিকওয়ালা রাশি বলে উল্লেখ করেছি। কেন? খেয়াল করে দেখো যে, বেগের সমীকরণের মধ্যে 'সরণ' আছে, যা হচ্ছে একটি ভেক্টর রাশি। আমরা অন্যভাবেও লিখতে পারি, খেয়াল করো।

$$v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ m, east}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ ms}^{-1} \text{ east}$$

তারমানে তুমি পূর্বদিকে 5 s এ 10 m সরেছো। তাহলে তুমি পূর্বদিকে প্রতি সেকেন্ডে 2 m করে সরেছো, তাই তোমার বেগ  $2 \text{ ms}^{-1}$ , পূর্বদিক। বেগ এই দিকের ব্যাপারটা পাচ্ছে সরণের কাছ থেকে। তাই বেগ নিজেও একটি দিকওয়ালা রাশি।

দ্রুতি নিয়ে এ যাবৎ আমরা কোন কথাই বলিনি তারপরেও দেখো, ছকে দ্রুতি নিয়ে একগাদা কথা লেখা আছে। আসলে তুমি যদি বেগের আলোচনা পুরোপুরি বুঝে থাকো তাহলে দ্রুতি বুঝতে তোমার কোন সমস্যাই হবেনা। আমি একটু বিশ্লেষণ করে দিই। একটা উদাহরণ দিয়ে শুরু করা যাক।

মনে করো তুমি ঢাকা থেকে বাসে উঠেছো চট্টগ্রাম যাওয়ার জন্য। তাহলে বাসের ড্রাইভারকে অবশ্যই একটি নির্দিষ্ট দিকে বাস চালনা করতে হবে, যেকোন দিকে ইচ্ছামতো বাস চালালে কি চট্টগ্রাম পৌঁছবে? তাই সরণ হচ্ছে, তারমানে বাসের বেগ আছে। কিন্তু তুমি যদি বিকালবেলা সাইকেল নিয়ে বের হও উদ্দেশ্যহীনভাবে ঘোরাঘুরির জন্য। সেক্ষেত্রে কি তোমার সাইকেলের বেগ থাকবে?

তুমি বলতে পারো যে, হ্যা, আমার সাইকেল যেহেতু চলছে তাই এর বেগ থাকবে। না, তুমি কোন নির্দিষ্ট দিকে যাচ্ছেনা। তাই তোমার কোন সরণ হচ্ছেনা, একই কারণে তোমার বেগও নাই। তাহলে?

দিকছাড়া ঘোরাঘুরি করলে আমরা দূরত্ব অতিক্রম করি। পুরনো পড়া মনে করো দেখো। তাই বলা যায়, যখন কোন যানবাহন বা তুমি-আমি দিকছাড়া ঘুরছি অর্থাৎ দূরত্ব অতিক্রম করছি তখন আমাদের থাকে দ্রুতি।

বেগ নির্ণয় করার সময়ে আমরা সরণকে সময় দিয়ে ভাগ দিয়েছিলাম। দ্রুতি নির্ণয় করার সময়ে শুধু সরণের জায়গায় দূরত্ব বসিয়ে দিলেই দ্রুতি বের হয়ে যাবে। যেমনটা সরণ ও দূরত্বের মধ্যে দিক ছাড়া সবই এক ছিল, তেমনি বেগ ও দ্রুতির মধ্যেও ঠিক তাই।

তাই, "দূরত্ব অতিক্রমের হারকে দ্রুতি বলে।"

দ্রুতির ইংরেজি speed হওয়া সত্ত্বেও বেগের সাথে মিল রেখে একে  $v$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এখন প্রশ্ন আসতে পারে যে, তাহলে ঝামেলা বেধে যাবেনা? মানে  $v$  দিয়ে কখন বেগ বোঝাবে বা কখন দ্রুতি বোঝাবে, কিভাবে বুঝাবো?

সমীকরণের দিকে তাকালে পার্থক্যটা স্পষ্ট হবে। আশা করি বুঝতে পারছো। বেগের মতো করেই দ্রুতিরও একক মিটার পার সেকেন্ড, কেননা এক্ষেত্রে দূরত্বকে সময় দ্বারা ভাগ করেই আমরা দ্রুতি পাচ্ছি।

## ১.৩ বল

আমরা এখন পদার্থবিজ্ঞানের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ রাশিটি নিয়ে পড়াশোনা করবো। সুতরাং তোমরা তোমাদের মনোযোগ বাড়িয়ে দাও।