প্যারালাল TEXT

(For HSC & Pre-Admission)

পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

অধ্যায়-০১ : ভৌতজগৎ ও পরিমাপ

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

প্রচ্ছদ
মোঃ রাকিব হোসেন

অক্ষর বিন্যাস
জায়েদ, হৃদয় ও শাওন

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
প্রথম প্রকাশ: জানুয়ারি, ২০২৩ ইং
সর্বশেষ সংস্করণ: আগস্ট, ২০২৩ ইং

অনলাইন পরিবেশক
rokomari.com

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমরা শিক্ষা জীবনের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপে পদার্পণ করেছো। মাধ্যমিকের পড়াশুনা থেকে উচ্চ মাধ্যমিকের পড়াশুনার ধাঁচ ভিন্ন এবং ব্যাপক। মাধ্যমিক পর্যন্ত যেখানে 'বোর্ড বই'-ই ছিল সব, সেখানে উচ্চ-মাধ্যমিকে বিষয়ভিত্তিক নির্দিষ্ট কোন বই নেই। কিন্তু বাজারে বোর্ড অনুমোদিত বিভিন্ন লেখকের অনেক বই পাওয়া যায়। একারণেই শিক্ষার্থীরা পাঠ্যবই বাছাইয়ের ক্ষেত্রে দ্বিধায় ভোগে। এছাড়া, মাধ্যমিকের তুলনায় উচ্চ-মাধ্যমিকে সিলেবাস বিশাল হওয়া সত্ত্বেও প্রস্তুতির জন্য খুবই কম সময় পাওয়া যায়। জীবনের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ এই ধাপের শুরুতেই দ্বিধা-দ্বন্দ্ব থেকে মুক্তি দিতে আমাদের এই Parallel Text। উচ্চ মাধ্যমিক পর্যায়ে শিক্ষার্থীদের হতাশার একটি মুখ্য কারণ থাকে পাঠ্যবইয়ের তাত্ত্বিক আলোচনা বুঝতে না পারা। এজন্য শিক্ষার্থীদের মাঝে বুঝে বুঝে পড়ার প্রতি অনীহা তৈরি হয়। তারই ফলস্বরূপ শিক্ষার্থীরা HSC ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় ভালো ফলাফল করতে ব্যর্থ হয়।

তোমাদের লেখাপড়াকে আরও সহজ ও প্রাণবন্ত করে তোলার বিষয়টি মাথায় রেখে আমাদের Parallel Text বইগুলো সাজানো হয়েছে সহজ-সাবলীল ভাষায়, অসংখ্য বাস্তব উদাহরণ, গল্প, কার্টুন আর চিত্র দিয়ে। প্রতিটি টপিক নিয়ে আলোচনার পরেই রয়েছে গাণিতিক উদাহরণ; যা টপিকের বাস্তব প্রয়োগ এবং গাণিতিক সমস্যা সমাধান সম্পর্কে ধারণা দেয়ার পাশাপাশি পরবর্তী টপিকগুলো বুঝতেও সাহায্য করবে। তোমাদের বোঝার সুবিধার জন্য গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, বৈশিষ্ট্য, পার্থক্য ইত্যাদি নির্দেশকের মাধ্যমে আলাদা করা হয়েছে। এছাড়াও যেসব বিষয়ে সাধারণত ভুল হয়, সেসব বিষয় 'সতর্কতা' এর মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

তবে শুধু বুঝতে পারাটাই কিন্তু যথেষ্ট নয়, তার পাশাপাশি দরকার পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর এই বিষয়টি আরও সহজ করতে প্রতিটি অধ্যায়ের কয়েকটি টপিক শেষে যুক্ত করা হয়েছে 'টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান'। যার মধ্যে রয়েছে বিগত বোর্ড পরীক্ষার প্রশ্নের পাশাপাশি বুয়েট, রুয়েট, কুয়েট, চুয়েট, মেডিকেল ও ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়সহ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের ভর্তি পরীক্ষার প্রশ্ন ও সমাধান। এভাবে ধাপে ধাপে অনুশীলন করার ফলে তোমরা বোর্ড পরীক্ষার শতভাগ প্রস্তুতির পাশাপাশি ভর্তি পরীক্ষার প্রস্তুতিও নিতে পারবে এখন থেকেই। এছাড়াও অধ্যায় শেষে রয়েছে 'গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্টিস প্রবলেম' ও 'গাণিতিক সমস্যাবলি' যা অনুশীলনের মাধ্যমে তোমাদের প্রস্তুতি পূর্ণাঙ্গ হবে।

আশা করছি, আমাদের এই Parallel Text একই সাথে উচ্চ মাধ্যমিকে তোমাদের বেসিক গঠনে সহায়তা করে HSC পরীক্ষায় A+ নিশ্চিত করবে এবং ভবিষ্যতে বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তিযুদ্ধের জন্য প্রস্তুত রাখবে।

তোমাদের সার্বিক সাফল্য ও উজ্জ্বল ভবিষ্যত কামনায়-

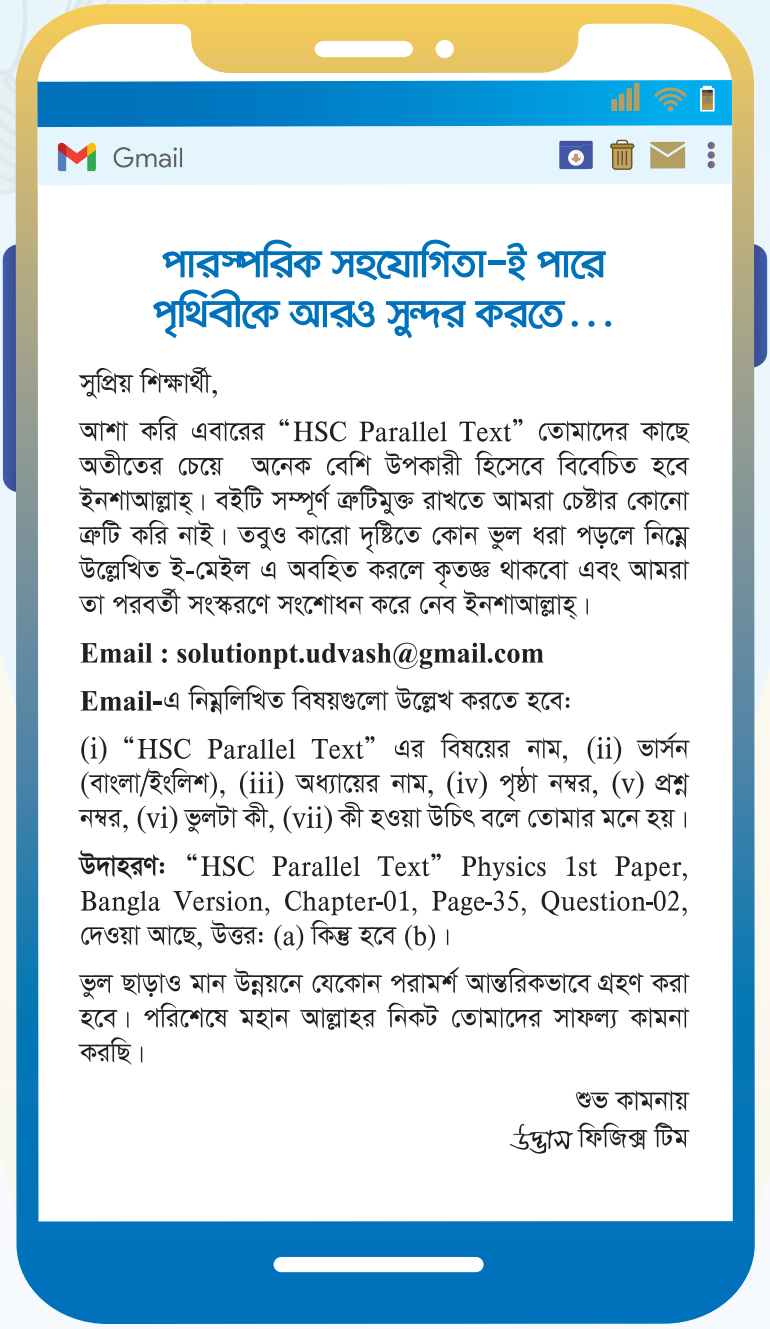
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

সূচিপত্র

পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

অধ্যায়-০১ : ভৌতজগৎ ও পরিমাপ

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর	০১
০২	পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা, সূত্র, নীতি, স্বীকার্য, অনুকল্প এবং তত্ত্ব এর অর্থ	০৪
০৩	পরিমাপ	০৫
০৪	মাত্রা	০৭
০৫	ত্রুটি	১৩
০৬	ত্রুটি গণনা	১৬
০৭	পরিমাপ্য রাশির শুদ্ধতার মান নির্ধারণ	২১
০৮	তাৎপর্যপূর্ণ অঙ্ক	২২
০৯	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	২২
১০	পরিমাপের কয়েকটি যন্ত্র	২৩
১১	**টপিক ভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান**	৩৫
১২	একত্রে সব গুরুত্বপূর্ণ সূত্র	৩৭
১৩	গুরুত্বপূর্ণ প্র্যাক্‌টিস প্রবলেম	৩৭
১৪	গাণিতিক সমস্যাবলি	৩৯



পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি এবারের "HSC Parallel Text" তোমাদের কাছে অতীতের চেয়ে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নেব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC Parallel Text" এর বিষয়ের নাম, (ii) ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (iii) অধ্যায়ের নাম, (iv) পৃষ্ঠা নম্বর, (v) প্রশ্ন নম্বর, (vi) ভুলটা কী, (vii) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়।

উদাহরণ: "HSC Parallel Text" Physics 1st Paper, Bangla Version, Chapter-01, Page-35, Question-02, দেওয়া আছে, উত্তর: (a) কিন্তু হবে (b)।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অধ্যায় ০১

ভৌতজগৎ ও পরিমাপ

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা, এই বইটিতে আমরা পদার্থবিজ্ঞানের আলোচনা শুরু করার আগে অবশ্যই যে বিষয়টি জানা উচিত, সেটি হলো "পদার্থবিজ্ঞান কী?" নবম-দশম শ্রেণিতে তোমরা পদার্থবিজ্ঞান নিয়ে পড়ালেখা করেছো। আশা করি একটা ধারণা নিশ্চয়ই হয়ে গেছে এই বিষয়ে। তাহলে তোমাকেই যদি এই প্রশ্নটি জিজ্ঞেস করা হয়, তাহলে তুমি কী উত্তর দিতে? পদার্থবিজ্ঞান বিষয়টা আসলে কী? এটি কী নিয়ে আলোচনা করে? - চিন্তা করো তো! পদার্থবিজ্ঞান আসলে আলোচনা করে আমাদের এই জগৎ কীভাবে চলছে সেটি নিয়ে। আমাদের চারপাশের বিভিন্ন ঘটনা কেন ঘটছে, কীভাবে ঘটছে, সেটিই পদার্থবিজ্ঞান বিভিন্নভাবে ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করে। আমরাও এই বিষয়টি পড়ার মাধ্যমে আসলে আমাদের চারপাশের বিভিন্ন ঘটনাই ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করবো বিভিন্ন তত্ত্ব, সূত্র ও গাণিতিক প্রমাণের মাধ্যমে। পদার্থবিজ্ঞানের এই যাত্রায় তোমাকে স্বাগতম!

পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর

Physics শব্দটি একটি ল্যাটিন শব্দ থেকে এসেছে, যার অর্থ প্রকৃতি বিষয়ক জ্ঞান। অর্থাৎ, **আমাদের প্রকৃতিতে যা কিছু হচ্ছে সেই বিষয়ক জ্ঞানই হচ্ছে পদার্থবিজ্ঞান** ক্ষুদ্র থেকে বৃহৎ যেকোনো ঘটনা, পরমাণুর ভেতর ইলেকট্রনের গতিপথ থেকে শুরু করে গ্রহ নক্ষত্র কীভাবে ঘুরছে, আপেল কীভাবে গাছ থেকে মাটিতে পড়ছে কিংবা রকেট কীভাবে মহাকাশে যাচ্ছে সবকিছু মোটকথা প্রাকৃতিক যেকোনো ঘটনাই পদার্থবিজ্ঞান ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করে। এই ব্যাখ্যাগুলো করা হয় বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং পরীক্ষার ফলাফল নিয়ে বিশ্লেষণ করে। পরীক্ষা-নিরীক্ষা থেকে পাওয়া ফলাফল নিয়ে বিজ্ঞানীরা বিভিন্ন সূত্র, তত্ত্ব দিয়ে থাকেন। এরপর সেগুলো ব্যবহার করে বিভিন্ন গাণিতিক হিসাব নিকাশ করে আমরা এই প্রাকৃতিক ঘটনাগুলো ব্যাখ্যা করতে পারি। আমাদের এই জ্ঞানকে কাজে লাগিয়ে অনেক সময় আমরা আগাম ধারণাও করতে পারি। এটিই পদার্থবিজ্ঞানের লক্ষ্য।

পদার্থবিজ্ঞান ও বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখা

পদার্থবিজ্ঞানে পরীক্ষা থেকে পাওয়া বিভিন্ন তথ্য উপাত্ত নিয়ে বিশ্লেষণ করা হয়। এসব হিসাব-নিকাশ করা সহ বিভিন্ন সূত্রের প্রমাণ, সূত্রের সত্যতা যাচাই, সবকিছু করতে আমাদের গণিতের সাহায্য নিতে হয়। বলা হয়ে থাকে, পদার্থবিজ্ঞানের ভাষাই হচ্ছে গণিত। আমরা আমাদের লেখাপড়া জীবনের একদম শুরু থেকেই গণিতের বিভিন্ন বিষয় শিখে আসছি। সামনেও শিখবো। ছোটবেলায় নামতা শেখা থেকে শুরু করে নবম-দশম শ্রেণির ত্রিকোণমিতি, লগারিদম-গণিতে আমরা হিসাব-নিকাশের বিভিন্ন প্রক্রিয়া সম্পর্কে জেনেছি। পদার্থবিজ্ঞানে আমরা এগুলোর বাস্তব জীবনে প্রয়োগ দেখবো। গণিতের বিভিন্ন প্রক্রিয়াগুলোকে আমরা বিভিন্ন Tool বা যন্ত্রের সাথে তুলনা করতে পারি। এতদিন আমরা এই টুলগুলোর কীভাবে প্রয়োগ করতে হয় তা শিখেছি। পদার্থবিজ্ঞানে আমরা এগুলো বাস্তব ঘটনায় প্রয়োগ করবো। তাই বলা যায়, পদার্থবিজ্ঞান আসলে গণিতের ভিত্তির উপরই দাঁড়িয়ে আছে।

রসায়নের কথা বলতে গেলে এটি হলো বিভিন্ন অণু-পরমাণুর মধ্যকার আন্তঃসম্পর্ক। এই সম্পর্কগুলো আসলে পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন সূত্রের উপর ভিত্তি করেই তৈরি হয়েছে। কীভাবে নিউক্লিয়াসের চারপাশে ইলেকট্রন ঘুরছে, কীভাবে ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে স্থির বিদ্যুৎ তৈরি হচ্ছে- সবকিছু পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তির উপরই প্রতিষ্ঠিত।

জীববিজ্ঞান আলোচনা করে জীবিত বস্তুগুলোর একে অপরের সাথে আন্তঃসম্পর্ক। এটি আসলে রসায়নেরই এক বিশেষ রকম ব্যবহার। তাই, জীববিজ্ঞানও পরোক্ষভাবে পদার্থবিজ্ঞানের উপর নির্ভরশীল।

পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ

আমাদের চারপাশের পরিবেশে প্রতিনিয়ত নানা ধরনে ঘটনা ঘটছে। এসব ঘটনা দেখে আমাদের মনে প্রশ্ন জাগে, ঘটনাগুলো ঘটছে কীভাবে? ছোট একটি মার্বেল থেকে শুরু করে বিশালাকার গ্রহ নক্ষত্র, সেটির গতি বাড়ুক, কমে যাক কিংবা দিক পরিবর্তন করুক, এই ঘটনাগুলো কীভাবে ঘটছে? একটা বস্তু কঠিন তরল বা বায়বীয় হোক, এটা যে আচরণই দেখাক না কেন- এই আচরণ বস্তুটি কেন দেখাচ্ছে, কীভাবে দেখাচ্ছে? এই বিষয়গুলো নিয়েই পদার্থবিজ্ঞান আলোচনা করে। তাহলে বলা যায়, পদার্থবিজ্ঞানের সূচনাই ঘটেছে "কীভাবে?" প্রশ্নটা থেকে। মানুষ তার আশেপাশের যেকোনো ঘটনাকে প্রশ্ন করেছে, "কীভাবে?" প্রশ্নের উত্তর খোঁজার চেষ্টা করেছে এবং এভাবেই আমরা আমাদের জগৎ সম্পর্কে আরেকটু ভালো ধারণা পেয়েছি।

পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশের সাথে "কীভাবে?" প্রশ্নের উত্তর খোঁজার পাশাপাশি আমাদের যেটি করতে হয়, সেটি হলো প্রকৃতিকে দেখা, আমাদের আশেপাশে কীভাবে কী হচ্ছে তা বোঝার চেষ্টা করা। তারপর এই অভিজ্ঞতার সাথে গণিতের বিভিন্ন হিসাব-নিকাশের প্রক্রিয়ার সমন্বয় ঘটিয়ে সূত্র বা নীতি তৈরির চেষ্টা করা। এই কাজগুলো আদিম কাল থেকেই মানুষ করে আসছে।

আদিমকাল থেকেই মানুষ জানার চেষ্টা করতো চাঁদ, সূর্য কীভাবে একটার পর একটা আমাদের মাথার উপর উদয় হচ্ছে! বাতাস কীভাবে বয়ে যাচ্ছে? মানুষ বিভিন্ন থিওরি বানানোর চেষ্টা করতো। বিভিন্নভাবে এসব ঘটনা ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করতো। সেই ব্যাখ্যাগুলো সঠিক না ভুল তা প্রমাণ করা সম্ভব হয়, ব্যাখ্যাগুলোতে আরও পরিপূর্ণতা আনা সম্ভব হয়, যখন আমরা গণিতের সাথে এই ব্যাখ্যাগুলোর সমন্বয় ঘটাই। আর প্রাচীন গ্রিকরা যেহেতু গণিতে বেশ পারদর্শী ছিলেন, পদার্থবিজ্ঞানের প্রসারও সেই অঞ্চলেই বেশি ঘটে। তারা পরিমাপের চমকপ্রদ সব পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। π এর মান সূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করেন।

Fig 1.01: দার্শনিক টলেমি

গ্রহ নক্ষত্রের গতিপথ ব্যাখ্যা করতে গিয়ে মিশরীয় দার্শনিক টলেমি পৃথিবী কেন্দ্রিক সৌর মডেলের প্রস্তাব করেন। এই মডেলে বলা হয়, পৃথিবী স্থির, অন্যান্য গ্রহ-নক্ষত্র পৃথিবীকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। যদিও এই মডেলের মাধ্যমে আরও অনেক ঘটনাই ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়নি, কিন্তু তবুও মানুষ এটি মেনে নেয় কারণ সেই সময়কার মানুষ প্রশ্নের থেকে উত্তরের উপর বেশি গুরুত্ব দিচ্ছিলো।

Fig 1.02: আর্কিমিডিসের আবিষ্কার

গ্রিক গণিতবিদ আর্কিমিডিসও প্রকৃতি নিয়ে কৌতূহলী মানুষ ছিলেন। তিনি আশেপাশের সব ঘটনাকে প্রশ্ন করতেন, কেন হচ্ছে, কীভাবে হচ্ছে? একবার তাঁর উপর দায়িত্ব পড়ে, রাজার মুকুটের স্বর্ণতে ভেজাল আছে কিনা তা বের করতে। স্বর্ণের ভেজাল কীভাবে বের করা যায়, তিনি সেটা নিয়ে ভাবতে থাকেন। তিনি গোসল করার জন্য চৌবাচ্চায় নামলে দেখতে পান, নিজেকে কিছুটা হালকা মনে হচ্ছে। সেই সাথে কিছু পরিমাণ পানিও উপচে পড়ছে। আর্কিমিডিস ভাবতে থাকলেন, কেন তার ওজন নিজের কাছে কম মনে হচ্ছে। তিনি ভাবলেন, স্বর্ণকে পানিতে ডুবালেও নিশ্চয়ই এভাবে পানি উপচে পড়বে।

আর ভেজালযুক্ত স্বর্ণ থাকলে একই পরিমাণ পানি উপচে পড়বে না! এই ছোট্ট ঘটনা থেকেই, স্বর্ণের ভেজাল কীভাবে নির্ণয় করতে হবে, সেই সূত্র বের করে ফেললেন। চৌবাচ্চায় থাকা অবস্থাতেই তিনি "ইউরেকা ইউরেকা" বলে চিৎকার করতে থাকেন এবং রাজার কাছে ছুটে যান!- এই ঘটনাটি আমরা কমবেশি সবাই শুনেছি। আমরা নিশ্চয়ই বুঝতে পারছি, কীভাবে একটি সাধারণ ঘটনা থেকেই অসাধারণ সব নীতি, সূত্রের জন্ম হয়েছে!

এরপর আরও কিছু বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব, সূত্র আবিষ্কার করা হয়। কিন্তু আমাদের এই জগৎ সম্পর্কে মানুষ যেভাবে ভাবতো, সেই চিন্তার ভিত নাড়িয়ে দেন বিজ্ঞানী নিকোলাস কোপার্নিকাস। টলেমির পৃথিবী কেন্দ্রিক মডেলের প্রায় 1500 বছর পর কোপার্নিকাস বলেন, পৃথিবী আসলে স্থির নয়। সূর্যকে কেন্দ্র করে পৃথিবী ঘুরছে। সেই সাথে ঘুরছে অন্য সব গ্রহও! যদিও তখনকার মানুষ তাঁর এই মতবাদ ভালোভাবে গ্রহণ করেনি, কিন্তু আজকের দিনে আমরা জানি, তিনি সঠিক ছিলেন।

Fig 1.03: নিকোলাস কোপার্নিকাস

পদার্থবিজ্ঞানের আবিষ্কারগুলোকে অনেকটা দাবা খেলার সাথে তুলনা করা যেতে পারে। মনে করো, তুমি দাবা খেলার কোনো নিয়ম-কানুনই জানো না। কিন্তু তুমি যদি দুজন মানুষকে খেলতে দেখো, তাহলে নিশ্চয়ই অল্প একটু হলেও আঁচ করতে পারবে খেলাটা কীভাবে খেলতে হয়। যত বেশি মনোযোগ দিয়ে দেখবে, তত বেশি বুঝবে। খেলা দেখার পাশাপাশি নিজস্ব কিছু থিওরিও বানিয়ে নিতে হবে। সেগুলো ভুলও হতে পারে, ঠিকও হতে পারে। আমরা প্রথমে একটা থিওরি বানাবো, সেটি যদি সঠিক হয়, তাহলে তো হলোই। আর যদি সঠিক না হয়, তাহলে আমাদের ভুলটা শুধরে নেবো।

পদার্থবিজ্ঞানের নিয়মগুলোও এভাবেই বানানো হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানে আমরা প্রকৃতির কোনো ঘটনা বেশ ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করি। এরপর আগাম ধারণা করার চেষ্টা করি। এরপর অন্যান্য সূত্র এবং গাণিতিক হিসাবের মাধ্যমে বোঝার চেষ্টা করি, আমাদের ধারণাটা সঠিক কিনা। সঠিক না হলে সেটি শুধরে নেই, যেমনটি করেছেন কোপার্নিকাস। এভাবেই পদার্থবিজ্ঞানের ক্রমবিকাশ ঘটেছে।

বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের এই ধারা বেশ কিছু সময় ধরে ধীরগতির হয়ে গিয়েছিল। কিন্তু, ষোল শতকে বিজ্ঞানী গ্যালিলিও গ্যালিলি পদার্থবিজ্ঞানে নতুন দিগন্তের সূচনা করেন। গ্যালিলিওর আগ পর্যন্ত মানুষের চিন্তা করার পদ্ধতি ছিল, যা দেখা যাচ্ছে-তাই ঘটছে। মানুষ দেখতো, দুটি বস্তু উপর থেকে ছেড়ে দিলে ভারী বস্তু আগে মাটিতে পড়ে। সবাই ভাবতো, বস্তুর ধর্মই হলো এটা। ভারী বস্তু সবসময়ই আগে মাটিতে পড়বে। কিন্তু, গ্যালিলিও সবসময় পরীক্ষা-নিরীক্ষার উপর বিশ্বাসী ছিলেন। কোনো একটি ধারণা পরীক্ষা করা ছাড়াই মেনে নিতে তিনি নারাজ ছিলেন। তিনি পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ করেন, বস্তু যত ভারী বা হালকাই হোক না কেন, একই সাথে ছাড়লে সব বস্তু একসাথে মাটিতে পড়বে। বাতাসের বাধার কারণে আমরা বাস্তবে এই ঘটনা দেখতে পাই না। কিন্তু গ্যালিলিও ঠিকই পরীক্ষণ আর যুক্তির সাহায্যে আমাদের বাস্তব অভিজ্ঞতার বাইরে গিয়ে একটি সূত্র আবিষ্কার করেছেন।

Fig 1.04: গ্যালিলিও গ্যালিলি

পড়ন্ত বস্তুর সূত্রের পাশাপাশি তিনি টেলিস্কোপ আবিষ্কার করেন। সরণ, গতি, ত্বরণ ইত্যাদি রাশির সংজ্ঞা প্রদানের মাধ্যমে বর্তমান পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তি রচনা করেন।

গ্যালিলিওর টেলিস্কোপ আবিষ্কারের পর মহাকাশ নিয়ে গবেষণা আরও সহজ হয়ে যায়। বিজ্ঞানী কেপলার গ্রহের গতিপথ নিয়ে কাজ করতে গিয়ে তিনটি সূত্র প্রদান করেন; যা কেপলারের সূত্র নামে পরিচিত। তিনি এরিস্টটলের মতবাদের "কেন" প্রশ্নের পরিবর্তে "কীভাবে" প্রশ্নের উত্তর দেওয়ার চেষ্টা করেন। তাঁর এই প্রচেষ্টাকে পরিপূর্ণতা দেন বিজ্ঞানী নিউটন। নিউটনের প্রশ্নগুলো ছিল আরও জটিল। নিউটনের মাথায় আপেল পড়ার গল্পটা আমরা কমবেশি সবাই-ই শুনেছি। তিনি প্রশ্ন করতেন, আপেলটি কেন গাছ থেকে মাটিতে পড়লো? কেন উপরের দিকে গেল না বা স্থির থাকলো না? এটি নিয়ে ভাবতে ভাবতে তিনি মহাকর্ষ সূত্র আবিষ্কার করেন। নিউটন দেখান, গাছ থেকে একটি আপেল পড়া আর পৃথিবীর সূর্যের চারদিকে ঘোরা- দুটি আসলে একই ঘটনা! তাঁর সূত্রগুলো দ্বারা কেপলারের সূত্র গাণিতিকভাবে প্রমাণ করা সম্ভব হয়, যে সূত্রটি সঠিক! নিউটন বলবিদ্যা, ক্যালকুলাস, গতির সূত্র আবিষ্কারসহ এত এত বিশদ বিষয় নিয়ে কাজ করে গেছেন যে, তার সব আবিষ্কার নিয়ে একটা সম্পূর্ণ জগৎ তৈরি হয়ে গেছে। এটিকে বলা হয় নিউটনের জগৎ বা Newtonian World।

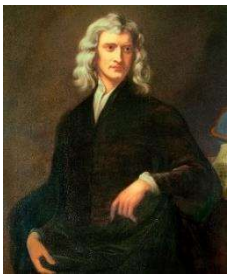


Fig 1.05: নিউটন

আমরা আমাদের দৈনন্দিন জীবনে খালি চোখে যা কিছু চারপাশে দেখি, সবকিছুর আচার-আচরণই নিউটনের সূত্রসমূহ দিয়ে ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়। এই সব সূত্রসমূহ নিয়ে তৈরি হওয়া জগৎকে নিউটনিয়ান বলবিদ্যা বা Newtonian Mechanics বলা হয়।

ব্রিটিশ চিকিৎসক থমাস ইয়ং আলো নিয়ে বেশকিছু কাজ করে গেছেন। আমরা আলোকে এক প্রকার শক্তি হিসেবে জানলেও, আলো যে তরঙ্গের মত আচরণ করতে পারে, সেই মতবাদ প্রতিষ্ঠায় তিনি কাজ করেছেন। আলো সাধারণত সরল পথে চললেও, একদম ক্ষুদ্র পথের ভেতর দিয়ে আলো চলার সময় আলো বেশকিছু ব্যতিক্রমী আচরণ করে। এই বিষয়গুলো নিয়ে ইয়ং পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছেন। সেই সাথে বস্তুকে বল প্রয়োগ করে আকার পরিবর্তনের চেষ্টা করলে সেটি কী ধরনের আচরণ করবে, এই স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম নিয়েও তিনি কাজ করেছেন।

Fig 1.06: ইয়ং

নবম-দশম শ্রেণিতে আমরা জেনেছি, বিভিন্ন ধরনের চার্জ একে অপরকে আকর্ষণ কিংবা বিকর্ষণ করে। কিন্তু চার্জ গতিশীল হওয়া শুরু করলে এদের মধ্যে নতুন আরও এক ধরনের বলের উদ্ভব হয়! আবার, বর্তনীর আশেপাশে চার্জ গতিশীল রাখলে বর্তনীতে আপনা-আপনিই বিদ্যুৎ চলাচল করা শুরু করে কিছুক্ষণের জন্য। এই বিষয়গুলো ঘটে চুম্বকত্বের কারণে। চুম্বকত্ব নিয়ে কাজ করেন বিজ্ঞানী ফ্যারাডে।

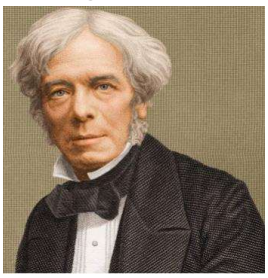


Fig 1.07: ফ্যারাডে

Fig 1.08: রাদারফোর্ড

একটি পদার্থকে ভাঙতে থাকলে ক্ষুদ্রতম যে একক পাওয়া যায় তাই পরমাণু। সেই পরমাণুর ভেতরের গঠন কেমন, সেটি নিয়ে কাজ করেন বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড। তিনি সোনার পাতের উপর এক প্রকার রশ্মি নিক্ষেপ করেন। সেই রশ্মি কীভাবে একদিক থেকে আরেকদিকে ছিটকে গেছে, সেটি পর্যবেক্ষণ করে রাদারফোর্ড পরমাণুর মডেল তৈরি করে ফেলেন! পরমাণুর ভেতর ইলেকট্রন আর প্রোটন কীভাবে থাকে, সে বিষয়ক সর্বপ্রথম মডেল তিনিই প্রদান করেন।

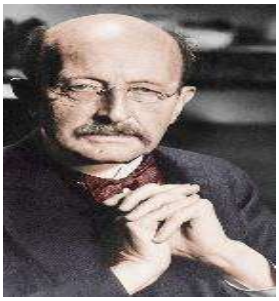


Fig 1.09: প্ল্যাঙ্ক

কিন্তু এই ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন কীভাবে তৈরি হলো, ইলেকট্রন কখনো কণার মতো কখনো তরঙ্গের মত আচরণ করে কীভাবে, আর পদার্থের সাথে আলোর আচরণ কীভাবে সম্পর্কযুক্ত, সেটি নিয়ে কাজ করেছেন বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক। তিনি কোয়ান্টাম তত্ত্ব প্রদান করেন। কোয়ান্টাম তত্ত্ব পদার্থবিজ্ঞানের বৃহত্তম তত্ত্ব! এটি পদার্থবিজ্ঞানের সব রকমের ধ্যান ধারণা পাল্টে দেয়! নিউটনের সূত্রসমূহ যেসব ক্ষেত্রে সীমাবদ্ধ হয়ে যাচ্ছিল, সেসব ঘটনার ব্যাখ্যা কোয়ান্টাম তত্ত্ব দিয়ে দেওয়া সম্ভব হয়!

প্ল্যাঙ্কের পর পদার্থবিজ্ঞানে আরেকটি বিপ্লব আনেন বিজ্ঞানী আইনস্টাইন। এর আগ পর্যন্ত মানুষ জানতো, এই বিশ্বজগৎ দুটি জিনিস দিয়ে গঠিত- পদার্থ এবং শক্তি। বিজ্ঞানী আইনস্টাইন দেখান যে, পদার্থ আর শক্তি আসলে আলাদা কিছু না! সেই সাথে তিনি তাঁর আপেক্ষিকতা তত্ত্ব প্রদানের মাধ্যমে সারা বিশ্বকে চমকে দেন! 1921 সালে তিনি ফটোইলেকট্রিক ইফেক্ট ব্যাখ্যা করার জন্য নোবেল পান।

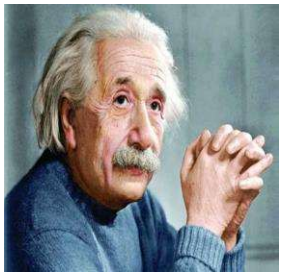


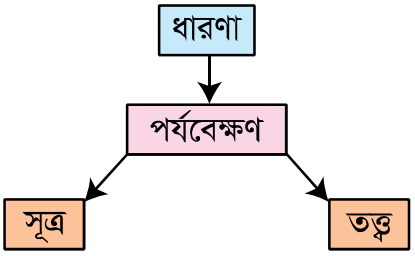
Fig 1.10 আইনস্টাইন

আইনস্টাইনের আগ পর্যন্ত আমরা জানতাম, সময় হচ্ছে পরম রাশি। সময় স্বাধীনভাবে নিজের মত প্রবাহিত হয়, সময়ের সাপেক্ষে আমরা স্থান, ভর এসব রাশি নির্ণয় করি। কিন্তু, বিজ্ঞানী আইনস্টাইন দেখান যে, সময়ও আসলে আপেক্ষিক। প্রসঙ্গ কাঠামো পরিবর্তন করলে সময়ও পরিবর্তন হয়। এই বিষয়ে আমরা দ্বিতীয় পত্রের অধ্যায়-৮ এ বিস্তারিত জানবো।

উপরের আলোচনায় বিভিন্ন বিজ্ঞানীদের যেসব আবিষ্কারের কথা আমরা জানলাম, এদের মধ্যে বেশকিছু বিষয় সম্পর্কেই আমরা এই বইতে এবং ২য় পত্রে ধারণা নেওয়ার চেষ্টা করবো। অতীতের বিজ্ঞানীদের আবিষ্কার যেখানে এসে থেমেছে, আমরা সেখান থেকে হাল ধরবো এবং পদার্থবিজ্ঞানের এই অগ্রযাত্রাকে আরও সামনে এগিয়ে নিয়ে যাবো- এটিই আমাদের পদার্থবিজ্ঞান নিয়ে পড়ালেখা করার উদ্দেশ্য।

পদার্থবিজ্ঞানের ধারণা, সূত্র, নীতি, স্বীকার্য, অনুকল্প এবং তত্ত্ব এর অর্থ

আমরা সবাই কমবেশি যেসব পদার্থবিজ্ঞানীর সাথে পরিচিত তাদের মধ্যে অন্যতম হলো আইজ্যাক নিউটন এবং আলবার্ট আইনস্টাইন। এই দুজন বিজ্ঞানী তাদের যে কাজগুলোর জন্য পরিচিত তার মধ্যে অন্যতম হলো নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রের মাধ্যমে প্রাপ্ত বলের সমীকরণ, $F = ma$ এবং আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার তত্ত্ব। এখন তোমার মনের মধ্যে যে প্রশ্ন উকি দিচ্ছে তা হলো সূত্র ও তত্ত্ব কি একই বিষয়? সূত্র ও তত্ত্ব একই বিষয় নয়। প্রকৃতিতে আমাদের চারপাশে যত ঘটনা ঘটে তা কিছু নির্দিষ্ট নিয়ম মেনে ঘটে থাকে। বিজ্ঞানীরা এসব ঘটনা পর্যবেক্ষণ করেন এবং এই ঘটনা থেকে প্রাপ্ত ফলাফলগুলো বিশ্লেষণ করে ঘটনাগুলো কীভাবে ঘটে এবং কেন ঘটে তা বিবৃত করেন। **সূত্রের মাধ্যমে মূলত ঘটনা কীভাবে এবং কী নিয়ম অনুসারে ঘটে তা জানা যায়। এবং তত্ত্বের দ্বারা ঘটনা কেন ঘটে তা জানা যায়।** উদাহরণ হিসেবে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের কথা ধরা যাক যে, মহাকর্ষ সূত্রের মাধ্যমে মাহবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তু বা বস্তুকণার মধ্যে আকর্ষণ বলের পরিমাণ জানায় কিন্তু কেন বস্তুদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বলের উৎপত্তি হয় তা জানা যায় না। এই আকর্ষণ বলের উৎপত্তির কারণ আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার সাধারণ তত্ত্বের মাধ্যমে জানা যায়। **যেকোনো ঘটনা পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে সে ঘটনা সম্পর্কে ধারণার (Concept) জন্ম হয়।** পরবর্তীতে সে ধারণাকে কাজে লাগিয়ে পরীক্ষণ এবং পর্যবেক্ষণের মধ্যে দিয়ে ঘটনা কীভাবে ঘটে এবং কেন ঘটে তা জানা যায়।



অর্থাৎ, কোনো একটি ঘটনা কেন ঘটলো তার কারণ খুঁজতে ঘটনাটির একটি ধারণা নিয়ে শুরু করে তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। এখন পর্যবেক্ষণ বিশ্লেষণ করার মাধ্যমেই কি সূত্র বা তত্ত্ব প্রতিষ্ঠা করা সম্ভব? বাস্তবে কিন্তু তা হয়না। কোনো একটি সূত্র বা তত্ত্ব প্রতিষ্ঠার জন্য পর্যবেক্ষণ থেকে সরাসরি সূত্র বা তত্ত্ব বিবৃত করার পূর্বে আমাদের কোন একটি ধারণা সত্য হিসেবে ধরে নেওয়ার প্রয়োজন হয় বা কোন বিষয়ে অনুমান থেকে সিদ্ধান্ত নেওয়ার প্রয়োজন হয়। যেমন: আইনস্টাইন তার আপেক্ষিক তত্ত্ব প্রতিষ্ঠার পূর্বে বিনা প্রমাণে দুটি বিবৃতি দেন যার উপর ভিত্তি করে তিনি তত্ত্ব দিতে পেরেছেন। আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার তত্ত্ব প্রতিষ্ঠার জন্য যে দুটি বিবৃতির দরকার হয় তা প্রমাণিত না হলেও তার উপর ভিত্তি করে যে তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত তা প্রকৃতির বিশেষ ঘটনা সঠিকভাবে ব্যাখ্যা করতে পারে। **এভাবে কোন তত্ত্ব বা সূত্র প্রতিষ্ঠার পূর্বে বিনা প্রমাণে যে বিবৃতি দেওয়া হয় তা হলো 'স্বীকার্য'**। অনেক ক্ষেত্রে সূত্র বা তত্ত্ব প্রতিষ্ঠার পূর্বে প্রাকৃতিক ঘটনাগুলো পর্যবেক্ষণ করে ঘটনার কারণ সম্পর্কে সিদ্ধান্ত দেওয়া হয়। যেমন: বিজ্ঞানী ডি-ব্রগলি তার ধারণা থেকে ইলেকট্রনের ধর্ম সম্পর্কে সিদ্ধান্ত দেন যে ইলেকট্রনের তরঙ্গ ও কণা উভয় ধর্মই রয়েছে যা পরবর্তী পরীক্ষণের মাধ্যমে প্রমাণিত হয়। **এভাবে কোন ঘটনা সম্পর্কে অনুমানের ভিত্তিতে যে সিদ্ধান্ত দেওয়া হয় তা হলো 'অনুকল্প'**।

পদার্থবিজ্ঞানে প্রায় কাছাকাছি সম্পর্কযুক্ত দুটি শব্দ হলো 'সূত্র' ও 'নীতি'। আমরা ইতিমধ্যে 'সূত্র' সম্পর্কে ধারণা পেয়েছি। 'সূত্র' ও 'নীতি' কিন্তু একই তাৎপর্য বহন করে না। **'নীতি' হলো নির্দিষ্ট কিছু কৌশল বা নিয়ম যার সাহায্যে নির্দিষ্ট ঘটনা ব্যাখ্যা করা যায়**। উদাহরণ হিসেবে আর্কিমিডিসের নীতির কথা ধরা যাক যে আর্কিমিডিসের নীতি মূলত বলের ভারসাম্যের কথাই বলে তবে এক্ষেত্রে এই বলের ভারসাম্য হয় মূলত প্লবতা বল ও অপসারিত পানির ওজনের দ্বারা। অর্থাৎ, আর্কিমিডিসের নীতি দ্বারা বলের সাম্যের যে সূত্র তা একটি নির্দিষ্ট ঘটনার ব্যাখ্যা দেওয়া হয় তা হলো কোনো বস্তুর তরলে ওজন হারানোর কৌশল। এভাবে নীতির সাহায্যে প্রাকৃতিক সত্য সুস্পষ্টভাবে প্রমাণ করা যায়।

ধারণা বা প্রত্যয় (Concept): ধারণা হলো কোনো ভাব বা চিন্তাধারা বা কোনো অমূর্ত নীতি বা কোনো সাধারণ অভিমত। কোনো কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা হলো ঐ বিষয় সম্পর্কে ধারণা।
অনুকল্প (Hypothesis): কোনো কিছু সম্পর্কে অনুসন্ধানের যে অনুমিত সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় তাকে অনুকল্প বলে।
তত্ত্ব (Theory): কেনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা, ভাব বা ধারণা তাকে তত্ত্ব বলে। পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে তত্ত্ব বলে।
সূত্র (Law): সাধারণভাবে কোনো নির্দিষ্ট শর্ত বা অবস্থায় সবসময় কী ঘটবে তার বর্ণনা হলো সূত্র।
স্বীকার্য (Postulate): যে সার্বিক বিবৃতি দিয়ে কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব শুরু হয় তাকে স্বীকার্য বলে।
নীতি: (Principle): যেসব সাধারণ সূত্র বিজ্ঞান বা পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তি তাদের বলা হয় নীতি।

পরিমাপ

বেশিরভাগ বিজ্ঞানীদের আবিষ্কারের পিছনের কাহিনী থেকে আমরা বুঝতে পারছি, সবার মধ্যে একটি বিষয় সবসময় ছিল, আশেপাশের সবকিছুকে প্রশ্ন করা এবং চিন্তা করা। এগুলোর মাধ্যমেই তারা ব্যাখ্যা করেছেন, এই জগৎ কীভাবে চলছে। পদার্থবিজ্ঞান পড়ার মাধ্যমেও আমরা ঠিক একই কাজ করবো। পদার্থবিজ্ঞান নিয়ে পড়াশোনা করার সময়ও আমাদের সবসময় প্রশ্ন করতে হবে, একটা কিছু কেন হচ্ছে, কীভাবে হচ্ছে। সেই প্রশ্নগুলো নিয়ে চিন্তা করতে হবে। উত্তর খোঁজার চেষ্টা করতে হবে। তবেই আমরা বুঝতে পারবো, এই বিশ্বজগৎ কীভাবে চলছে, আমাদের চারপাশের কোনো ঘটনা কীভাবে ঘটছে। সেই সাথে আমরা নতুন নতুন বিষয় ব্যাখ্যা করতে পারবো।

যেকোনো ঘটনা ব্যাখ্যার ক্ষেত্রে আমাদেরকে প্রশ্ন করা এবং চিন্তা করার পাশাপাশি আরও একটি কাজ করতে হয়, সেটি হচ্ছে পরীক্ষা করা। পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমেই আমরা একটা সিদ্ধান্তে আসতে পারি, আমরা যেভাবে ভাবছি সেটি আসলেই সত্যি কিনা, সেটি আসলেই বাস্তব সমাধান কিনা।

পরীক্ষা-নিরীক্ষার ক্ষেত্রে সবথেকে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হচ্ছে কোনো কিছু মাপা। যেমন, আমরা আমাদের হাতের কাছে থাকা একটা কলমের দৈর্ঘ্য মাপতে পারি, রুমের ক্ষেত্রফল মাপতে পারি, কোনো বস্তুর ভর-ওজন মাপতে পারি। এই মাপজোখ করার কাজটাকেই পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় বলা হয় পরিমাপ। আর এই জগতে যা কিছু মাপা যায়, যা কিছু পরিমাপ করা যায়, তাকে আমরা একটা সুন্দর নাম দেই, তা হলো "রাশি"। আমরা একটা পদার্থের দৈর্ঘ্য, ভর, তাপমাত্রা, সরণ, বেগ-এসব পরিমাপ করতে পারি। এগুলোই একেকটা রাশি।

তাহলে, এবার আমরা রাশির সংজ্ঞা আরেকটু সুন্দরভাবে দিতে পারি,

রাশি: পদার্থের যেসব ভৌত বৈশিষ্ট্য পরিমাপ করা যায়, তাদেরকে রাশি বলে।

রাশিগুলোর মধ্যে কিছু কিছু রাশি আছে, যেগুলো আমরা সরাসরিই পরিমাপ করতে পারি, অন্য কোনো রাশির প্রয়োজন হয় না। যেমন: দৈর্ঘ্য, ভর এসব রাশি। কিন্তু আমাদেরকে যদি আয়তন পরিমাপ করতে বলা হয়, তাহলে আমরা দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা মেপে তিনটাকে গুণ দিয়ে আয়তন পরিমাপ করতে পারি। তাহলে, যেসব রাশি আমরা সরাসরি মেপে ফেললাম, অন্য রাশির উপর নির্ভর করতে হলো না, সেটিকে বলা হয় মৌলিক রাশি। আর যে রাশি মাপতে অন্য রাশির উপর নির্ভর করতে হলো, সেসব রাশিকে বলা হয় যৌগিক বা লব্ধ রাশি।

প্রকারভেদ	**(i) মৌলিক রাশি:** যেসব রাশি নিরপেক্ষ বা স্বাধীন, অন্য কোনো রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে। **(ii) যৌগিক/লব্ধ রাশি:** যেসব রাশি মৌ ক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে যৌগিক বা লব্ধ রাশি ব ।
উদাহরণ	**মৌলিক রাশিঃ** দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, তাপমাত্রা ইত্যাদি। **যৌগিক রাশিঃ** কাজ, বল, বিভব ইত্যাদি।

একক

একটা রাশির সাথে আরেকটা রাশি মিলিয়ে আমরা অসংখ্য যৌগিক রাশি তৈরি করতে পারলেও, মৌলিক রাশির পরিমাণ আসলে নির্দিষ্ট। এই জগতে মৌলিক রাশি আছে 7 টি। মৌলিক রাশিগুলোর এককও 7 টি।

রাশি	রাশির সংকেত	এসআই একক	এককের সংকেত
(i) দৈর্ঘ্য (length)	l	মিটার (meter)	m
(ii) ভর (mas)	m	কিলোগ্রাম (kilogram)	kg
(iii) সময় (time)	t	সেকেন্ড (second)	s
(iv) তাপমাত্রা (temperature)	θ, T	কেলভিন (kelvin)	K
(v) তড়িৎ প্রবাহ (electric current)	I	অ্যাম্পিয়ার (ampere)	A
(vi) দীপন তীব্রতা (luminous intensity)	I_v	ক্যান্ডেলা (candela)	Cd
(vii) পদার্থের পরিমাণ (amount of substance)	n	মোল (mole)	mol

সারণি 1.1 মৌলিক রাশি ও তাদের একক

এগুলো ছাড়া অন্যান্য সকল রাশিই হচ্ছে লব্ধ রাশি। মৌলিক রাশিসমূহ গুণ বা ভাগ করে লব্ধ রাশি পাওয়া যায়।

মৌলিক রাশির যেসব একক আছে, সেগুলোও মৌলিক রাশির মত অন্য কোনো এককের উপর নির্ভরশীল নয়। তাই এই এককগুলোকে আলাদা আলাদাভাবে সংজ্ঞায়িত করে নিতে হয়। যেমন, 1 m বলতে আমরা আসলে কতটুকু দৈর্ঘ্য বুঝবো, সেটি আমাদেরকে আগেই নির্দিষ্ট করে নিতে হয়। তাই ফ্রান্সের স্যাভ্রেতে একটি মিউজিয়ামে রাখা প্লাটিনাম ইরিডিয়ামের একটি ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্যকে 1 m বলে ঘোষণা দেওয়া হয়েছে। কিন্তু এক্ষেত্রে একটি সমস্যা দেখা দেয় যে, এই আদর্শ ধরে নেওয়া মাপটি পুনরুৎপাদন করা যায় না। আমরা যদি চাই বাংলাদেশেও 1 m দৈর্ঘ্যের একটি ধাতব দণ্ড তৈরি করব, সেটি করা খুব একটা সহজ কাজ হবে না, আর করা গেলেও সেটিতে ত্রুটি থাকবে। ফলে পরিমাপে ভুলের পরিমাণ বাড়বে। তাই, দৈর্ঘ্যের এককসহ অন্যসব মৌলিক রাশির এককগুলোর সংজ্ঞা এমনভাবে দেওয়া হয়, যেগুলোর আদর্শ মান কখনো পরিবর্তন হবে না। এই কারণে এককগুলোর সংজ্ঞা প্রথম দেখায় হালকা বিদঘুটে মনে হতে পারে, তবে দেখে ভয় পাওয়ার কিছু নেই, আমরা পদার্থবিজ্ঞানের দ্বিতীয় পত্র বই পড়তে পড়তে প্রায় সবগুলো একক সম্পর্কেই ভালোভাবে ধারণা লাভ করবো। আপাতত তোমাদের জানার জন্য এককগুলোর সংজ্ঞা নিচে দেওয়া হলো।

দৈর্ঘ্যের একক: মিটার

আমরা জানি, আলোর বেগ $3 \times 10^8\ ms^{-1}$। আরও সূক্ষ্মভাবে বললে, $299792458\ ms^{-1}$। আলোর বেগ একটি সার্বজনীন ধ্রুব মান। মহাবিশ্বের যেকোনো স্থানে এবং যেকোনো পরিস্থিতিতে এটির মান কখনো পরিবর্তন হয় না। তাই আলোর বেগের মাধ্যমে মিটারের সংজ্ঞা দেওয়া হয়।

শূন্যস্থানে আলো $\frac{1}{299792458}$ সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে 1 মিটার (m) বলে।

ভরের একক: কিলোগ্রাম

ফ্রান্সের স্যাভ্রেতে অবস্থিত প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম সংকর ধাতুর তৈরি একটি সিলিন্ডারের ভরকে 1 কিলোগ্রাম (kg) বলা হয়। এই সিলিন্ডারটির ব্যাস 3.9cm এবং উচ্চতা 3.9cm।

সময়ের একক: সেকেন্ড

একটি সিজিয়াম -133 পরমাণুর 9192631770 টি স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে 1 সেকেন্ড (s) বলে।

তাপমাত্রার একক: কেলভিন

পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ ভাগকে 1 কেলভিন(K) বলে।

তড়িৎ প্রবাহের একক: অ্যাম্পিয়ার

শূন্যস্থানে 1m দূরে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষণীয় বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের দুটি সমান্তরাল সরল পরিবাহকের প্রত্যেকটিতে যে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চললে পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2×10^{-7} N বল উৎপন্ন হয়, তাকে 1 অ্যাম্পিয়ার (A) বলে।

দীপন তীব্রতার একক: ক্যান্ডেলা

ক্যান্ডেলা হচ্ছে সেই পরিমাণ দীপন তীব্রতা যা কোনো আলোক উৎস একটি নির্দিষ্ট দিকে 540×10^{12} হার্জ কম্পাঙ্কের একবর্ণী আলোর বিকিরণ নিঃসরণ করে এবং ঐ নির্দিষ্ট দিকে তার বিকিরণ তীব্রতা হচ্ছে প্রতি স্টেরেডিয়ান ঘনকোণে $\frac{1}{683}$ ওয়াট।

পদার্থের পরিমাণের একক: মোল

যে পরিমাণ পদার্থে 0.012 kg কার্বন -12 এ অবস্থিত পরমাণুর সমান সংখ্যক প্রাথমিক ইউনিট, যেমন- পরমাণু, অণু, আয়ন ইত্যাদি বা এগুলোর নির্দিষ্ট কোনো গ্রুপ থাকে, তাকে 1 মোল (mol) বলে।

উল্লেখ্য যে, 2019 সালে International System of Quantities গুলো পুনরায় সংজ্ঞায়িত করা হয় যেখানে কিলোগ্রাম, অ্যাম্পিয়ার, কেলভিন এবং মোলের নতুন সংজ্ঞা নির্ধারণ করা হয়। বিস্তারিত জানতে ভিজিট কর:

মাত্রা

লব্ধ এককগুলো মৌলিক এককের সাথে কীভাবে সম্পর্কযুক্ত, মৌলিক এককগুলো কীভাবে একটা আরেকটার সাথে গুণ বা ভাগ হয়ে লব্ধ একক তৈরি করে সেটি বোঝার জন্য রাশিগুলোর আরও একটি বৈশিষ্ট্য নিয়ে আলোচনা করা হয়, সেটিকে বলা হয় মাত্রা।

সব মৌলিক রাশির যেমন, নিজস্ব প্রতীক, নিজস্ব সংকেত এবং একক আছে, তেমনি নিজস্ব মাত্রাও আছে। দৈর্ঘ্যের মাত্রা L, ভরের মাত্রা M, সময়ের মাত্রা T- এরকম। এগুলো আসলে লব্ধ রাশির সাথে মৌলিক রাশিগুলোর সম্পর্ক ব্যাখ্যা করে।

যেমন, বল = ভর $\times$ ত্বরণ $= \frac{\text{ভর} \times \text{দৈর্ঘ্য}}{\text{সময়}^2}$

মাত্রাগুলো নিয়ে হিসাব করার সময় আসলে দুই পাশে [ ] ব্র্যাকেট ব্যবহার করতে হয়। এটা একটা প্রথা। তাহলে বলের মাত্রা হবে,

$$\frac{[M] \times [L]}{[T]^2} = [MLT^{-2}]$$

বলের মাত্রা $[MLT^{-2}]$। এখান থেকে আমরা বল রাশিটি ভর, দৈর্ঘ্য এবং ত্বরণের সাথে কেমন সম্পর্কে আছে, সেটি বুঝতে পারি। এটিই হচ্ছে মাত্রা।

মাত্রা দিয়ে যে শুধু মৌলিক রাশির সাথে লব্ধ রাশির সম্পর্কই বোঝা যায়, এমনটি নয়। মাত্রার আরও বেশ কয়েকটি প্রয়োজনীয়তা আছে।

মাত্রা সমীকরণ

পদার্থবিজ্ঞানের তিনটি মৌলিক রাশি হলো দৈর্ঘ্য, ভর এবং সময়। এদের মাত্রা যথাক্রমে L, M এবং T। দৈর্ঘ্যকে L দ্বারা প্রকাশ করা হয় বলে দৈর্ঘ্য একমাত্রিক রাশি। ক্ষেত্রফল হলো, দৈর্ঘ্য $\times$ দৈর্ঘ্য $= L \times L = L^2$। অতএব, ক্ষেত্রফল দুইমাত্রিক রাশি। অনুরূপভাবে, আয়তন হলো, দৈর্ঘ্য $\times$ দৈর্ঘ্য $\times$ দৈর্ঘ্য $= L \times L \times L = L^3$। অতএব, আয়তন হলো তিনমাত্রিক রাশি ইত্যাদি। এখানে, $[L]$, $[L^2]$, $[L^3]$ কে মাত্রিক বা মাত্রা সমীকরণ (Dimensional Equation) বলে। মাত্রা সমীকরণের নিম্নরূপ সংজ্ঞা দেওয়া যেতে পারে।

মাত্রা সমীকরণ: যে সমীকরণ মৌলিক একক এবং লব্ধ এককের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাকে মাত্রা সমীকরণ বলে।

মাত্রা সমীকরণের প্রয়োজনীয়তা:

পদার্থবিজ্ঞানে মাত্রা সমীকরণের ভূমিকা অপরিসীম। এর সাহায্যে:

(i) এক পদ্ধতির এককে অন্য পদ্ধতির এককে রূপান্তর করা যায়।
(ii) সমীকরণের নির্ভুলতা যাচাই করা যায়।
(iii) বিভিন্ন রাশির সমীকরণ গঠন করা যায়।
(iv) কোনো ভৌত রাশির একক নির্ণয় করা যায়।
(v) কোনো ভৌত সমস্যার সমাধান করা যায়।

সমমাত্রিক নীতি

কোনো সমীকরণের ডান পক্ষ এবং বাম পক্ষের রাশি সবসময় সমান থাকে, এটি আমরা সবাই-ই জানি। দুই পক্ষ সমান না হলে তো সমীকরণই হতো না। আমরা নবম-দশম শ্রেণিতে বলের সাধারণ সমীকরণ দেখে এসেছি, $F = ma$ । এই সমীকরণে F যেমন বল ক প্রকাশ করছে, তেমনি ma ও বলকেই প্রকাশ করছে। তাই, F এর মাত্রা এবং ma এর মাত্রা একই হবে। এখান থেকেই আমরা বলতে পারি যে, যেকোনো সমীকরণেরই দুই পক্ষের মাত্রা সবসময় সমান হবে। এই নীতিই সমমাত্রিক নীতি।

সমমাত্রিক নীতি: কোনো সঠিক সম্পর্ক বা সমীকরণের দুটি দিকের মাত্রা সব সময় অভিন্ন হবে।

সমীকরণের নির্ভুলতা যাচাই

সমমাত্রিক নীতির সাহায্যে কোনো সমীকরণের উভয় দিকের মাত্রা বিশ্লেষণ করে আমরা একটি সমীকরণের মাত্রাগত নির্ভুলতা যাচাই করতে পারি।

উদাহরণ-০১: **একটি বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটি মাত্রাগতভাবে নির্ভুল কিনা যাচাই করা যাক।**

সমাধান: s এর মাত্রা= [L], u এর মাত্রা = $[LT^{-1}]$, সময় t এর মাত্রা = [T] এবং a এর মাত্রা = $[LT^{-2}]$।

অতএব, বামদিকের মাত্রা = [L] এবং ডানদিকের দুটি রাশি ut এবং $\frac{1}{2}at^2$

ut এর মাত্রা = $[LT^{-1}] \times [T] = [L]$

এবং $\frac{1}{2}at^2$ এর মাত্রা = $[LT^{-2}] \times [T^2] = [L]$

সুতরাং সমীকরণটির ডানদিকের মাত্রা = [L]

অতএব, বামদিকের মাত্রা = ডান দকের মাত্রা।

অর্থাৎ, সমীকরণটি মাত্রাগতভাবে নির্ভুল।

লক্ষণীয়: $\frac{1}{2}at^2$ এ $\frac{1}{2}$ একটি সংখ্যা মাত্র। এর কোনো একক বা মাত্রা নেই।

বিভিন্ন রাশির সমীকরণ গঠন

দুটি অজানা সমমাত্রিক রাশি যেসব ভৌত রাশির উপর নির্ভরশীল (এবং রাশিগুলোর অনুপাত জানা থাকলে এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ-০২: **একটি ছোট ভারী বস্তুকে একটি নগণ্য ভরের অপ্রসারণযোগ্য সুতা দিয়ে বেঁধে ঝুলিয়ে দিলে সরল দোলক তৈরি হয়। আমরা জানি, এর দোলনকাল T নির্ভর করে, ববের ভর m, দোলকের দৈর্ঘ্য l এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g-এর উপর। এখন এদের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।**

সমাধান: ধরা যাক সম্পর্কটি হলো, $T = km^x l^y g^z$ ..... (i)

যেহেতু আমরা T এর কোনো সূত্র জানি না, তাই সবগুলো চলক এবং চলকের ঘাত অজানা ধরা হয়েছে।

এখানে, k হলো মাত্রাহীন ধ্রুবক এবং x, y, ও z হলো সূচক।

এখন, T এর মাত্রা = T

m-এর মাত্রা = M

l-এর মাত্রা = L ও

g-এর মাত্রা = LT^{-2}।

এই মাত্রাগুলো সমীকরণ (i) এ বসিয়ে পাই,

$$T = 1.M^xL^y(LT^{-2})^z$$

$$\Rightarrow M^0L^0T^1 = M^xL^{y+z}T^{-2z} \ldots\ldots\ldots (ii)$$

সমীকরণ (ii) এর উভয় দিকের মাত্রা তুলনা করা যায়।

ভরের মাত্রা থেকে পাওয়া যায়, $x = 0$

সময়ের মাত্রা থেকে পাওয়া যায়, $1 = -2z$

$$\therefore z = -\frac{1}{2}$$

দৈর্ঘ্যের মাত্রা থেকে পাওয়া যায়, $0 = y + z$

$$\Rightarrow y = -z$$

$$= \frac{1}{2}$$

এই মানগুলোকে সমীকরণ (i) এ বসিয়ে পাই, $T = km^0 L^{\frac{1}{2}}g^{-\frac{1}{2}}$

$$\Rightarrow T = k\sqrt{\frac{L}{g}}$$

এই সম্পর্ক থেকে বোঝা যায় যে, (a) m এর উপর T নির্ভর করে না (b) $T \propto \sqrt{l}$ এবং (c) $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$।

এগুলোই হচ্ছে সরল দোলকের সূত্রাবলি। সরল দোলকের বিষয়ে আমরা সরল ছন্দিত স্পন্দন অধ্যায়ে বিস্তারিত জানতে পারবো।

এভাবেই আমরা মাত্রা সমীকরণের মাধ্যমে বিভিন্ন সমীকরণের নির্ভুলতা নির্ণয় কিংবা সমীকরণ গঠন করতে পারি। এই কাজগুলো করার জন্যই মাত্রা সমীকরণের ধারণাটি নিয়ে আসা হয়েছে।

ভৌত রাশির মান এক একক পদ্ধতি হতে অন্য একক পদ্ধতিতে রূপান্তর

আমরা জানি, একক প্রকাশের বেশকিছু পদ্ধতি আছে, যেমন: SI একক পদ্ধতি, CGS একক পদ্ধতি ইত্যাদি। যদি কোনো ভৌত রাশির মান একটি একক পদ্ধতিতে জানা থাকে, তবে সমমাত্রিক নীতি প্রয়োগ করে ও মাত্রা বিশ্লেষণের মাধ্যমে অন্য একটি একক পদ্ধতিতে রাশিটির মান নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ-০৩: SI এবং CGS পদ্ধতিতে বলের একক হলো যথাক্রমে Newton এবং dyne। 1 Newton বল কত dyne বলের সমান?

সমাধান: আমরা জানি, বলের মাত্রা সমীকরণ = $[MLT^{-2}]$

ধরা যাক, CGS পদ্ধতিতে ভর, দৈর্ঘ্য এবং সময়ের একক যথাক্রমে m_1, l_1 ও t_1 এবং SI পদ্ধতিতে ভ , দৈর্ঘ্য ও সময়ের একক যথাক্রমে m_2, l_2 ও t_2

ধরা যাক, 1 Newton = n dyne

অতএব, বলের মাত্রা অনুযায়ী লেখা যায়,

$$1 \times m_2 l_2 t_2^{-2} = n \times m_1 l_1 t_1^{-2}$$

$$\Rightarrow n = \left(\frac{m_2}{m_1}\right) \times \left(\frac{l_2}{l_1}\right) \times \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{-2}$$

$$\Rightarrow n = \frac{10^3 g}{1g} \times \frac{10^2 c}{1 cm} \times \left(\frac{1 s}{1 s}\right)^{-2} \quad [\because m_2 = 1 kg, m_1 = 1 g, l_2 = 1 m, l_1 = 1 cm, t_1 = t_2 = 1s]$$

$$\therefore n = 10^5$$

অর্থাৎ, 1 Newton = 10^5 dyne

বল রাশিটি নিয়ে আমরা যখন বিস্তারিত জানবো, তখন এই একক, মাত্রাগুলো কীভাবে এসেছে তা জানতে পারবো।