

পর্ব-৩

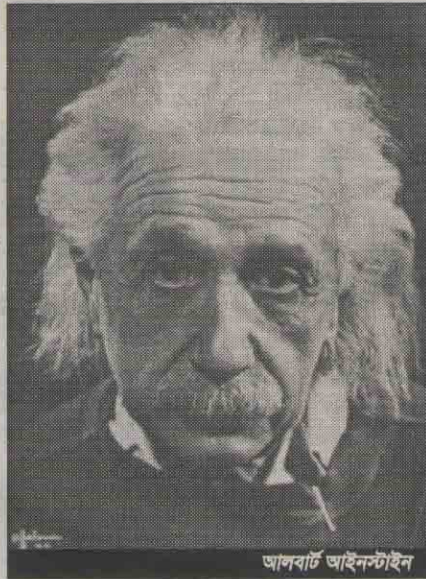
আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব এবং মহাবিশ্বের বক্রতা

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে কালের কোনও উল্লেখ ছিল না। কালের বিষয়টি আসলে বেশ গুরুত্বপূর্ণ। মহাকর্ষের টান বুঝবার জন্য নিউটনের সূত্রই যথেষ্ট, কিন্তু কেউ যদি প্রশ্ন করেন যে, একটি বস্তু দূরে স্থিত অন্য একটি বস্তুর টান বা আকর্ষণ অনুভব করতে কতটা সময় লাগবে, তাহলেই কিন্তু বিপদ! নিউটনের মহাকর্ষ নিয়ম এ প্রশ্নের সঠিক উত্তর দিতে অপারগ। ব্যাপারটি আরেকটু পরিষ্কার করা যাক। আমরা জানি যে, পৃথিবী নামের আমাদের এই গ্রহটি অনবরত ঘুরে চলেছে সূর্যের চারদিকে, ২৯.৭৭০ মিটার/সেকেন্ডে (প্রতি সেকেন্ডে ১৮.৫ মাইল) বেগে। পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্বও বিজ্ঞানীরা অঙ্ক কষে বের করেছেন ১৪৯,৫৯৭,৮৭০ কি.মি অর্থাৎ প্রায় ১৫ কোটি কি.মি। মনে করা যাক, বিরাট একটি মহাজাগতিক বস্তু এসে হঠাৎ ধাক্কা দিল সূর্যকে। এই ধাক্কার ফলে সূর্য নিজ অবস্থান থেকে বেশ খানিকটা সরে গেল। এর ফলে কি হবে? দূরত্ব বদলে যাওয়াও মহাকর্ষের টানও যাবে বদলে। তবে প্রশ্ন হলো কখন পৃথিবীবাসী জানবে এই 'টান বদলের' খবর? নিউটনের মহাকর্ষীয় নিয়ম অবশ্য বলছে সাথে সাথেই। দূরত্ব বদলে যাওয়ার সাথে সাথেই মহাকর্ষের টান যাবে বদলে, আর সেই বার্তা তাৎক্ষণিকভাবে পৌঁছে যাবে পৃথিবীতে। সমস্যাটা আসলে এখানেই। নিউটনের কালে বিষয়টি মোটেই বুঝা যায়নি, কারণ এ প্রশ্ন তখন ওঠেনি। কিন্তু বিশেষ কিছু পরিস্থিতিতে নিউটনের সূত্র একেবারে ভেঙে পড়ে। সেই বিশেষ পরিস্থিতির উদ্ভব হয় কখন? এ ধরনের পরিস্থিতির দু'টি উদাহরণ দেয়া যাক : প্রথমত একটি হচ্ছে কৃষ্ণ গহ্বরের (black hole) কাছাকাছি অবস্থান- যেখানে মাধ্যাকর্ষণ বল প্রচণ্ডভাবে অনুভূত হয়, দ্বিতীয়টি এমন এক পরিস্থিতি কোনও বস্তুকণা যখন ছুটতে থাকে প্রচণ্ড গতিতে প্রায় আলোর দ্রুতির (speed) কাছাকাছি।

আলোর দ্রুতি নিয়ে এখানে দু'চার কথা বলা প্রয়োজন। আলোর দ্রুতি কিন্তু আর দশ-পাঁচটি সাধারণ বস্তুকণার দ্রুতির মতো নয়। বিশাল সে দ্রুতি। প্রতি সেকেন্ডে প্রায় তিন লক্ষ কি.মি (৩.০x১০^৮ মিটার/সেকেন্ড)। ৩০০০ কি.মি রাস্তা পেরুতে বিশ্বের সবচেয়ে দ্রুতগামী ট্রেনের লাগবে ১০ ঘণ্টারও বেশি সময়, ট্রেনের লাগবে অন্তত ৩ ঘণ্টা। সেখানে আলোর লাগবে ১ সেকেন্ডের ১০০ ভাগের এক ভাগ মাত্র। সেই আলো নিয়ে চিন্তা করতে করতেই যুগান্তকারী এক তত্ত্বের অবতারণা করলেন আইনস্টাইন ১৯০৫ সালে। তত্ত্বটির নাম 'বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্ব' (Special Theory of Relativity)। আইনস্টাইন তখন সবেমাত্র পিএইচডি ডিগ্রি শেষ

আলোর দ্রুতি

অভিজিৎ রায়



আলবার্ট আইনস্টাইন

করেছেন সুইজারল্যান্ডের জুরিখ বিশ্ববিদ্যালয় থেকে। তিনি তখন বার্ষিক একটি পেটেন্ট অফিসে কেরানি হিসেবে কর্মরত। এ চাকরিটিও এমনিতে পেয়ে যান নি, পেয়েছিলেন তার এক বন্ধু গ্রসম্যানের বাবার সুপারিশে; আইনস্টাইনের জীবনে এ বন্ধুটির অবদান অসামান্য। তার থিসিসটি বন্ধু গ্রসম্যানের নামে উৎসর্গ করেছিলেন। পেটেন্ট অফিসে কর্মরত থাকা অবস্থায় তিনি অবসর সময়ে গবেষণা করে তিনটি যুগান্তকারী গবেষণা পত্র প্রকাশ করলেন যা এক ধাক্কায় চিরায়ত বিশ্বজগৎ সম্বন্ধে আমাদের ধ্যান ধারণাকে আমূল পাল্টে দিল। একটি প্রবন্ধ আলোক তড়িৎ প্রপঞ্চের (Photo Electric Effect) ব্যাখ্যাদায়ী তত্ত্বের উপর, যেখানে আলোকে দেখা হলো কোয়ান্টাম কণিকা রূপে- তাড়িত চৌম্বক শক্তির বাহক হিসেবে; দ্বিতীয়টি বর্তমানে সর্বজনবিদিত 'বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্বের' উপর, যা তাকে এনে দিয়েছিল তাৎক্ষণিকভাবে বিশ্বখ্যাতি; আর তৃতীয় প্রবন্ধটি রচিত 'ব্রাউনীয় ইত্যন্ত গতি'র ব্যাখ্যাদায়ী তত্ত্ব নিয়ে।

বিশেষ আপেক্ষিকতার তত্ত্বটি নিয়ে একটু বিশদ আলোচনা করা যাক। এ তত্ত্বের ভিত্তি গড়ে উঠেছিল আসলে ১৮৮৭ সালে দুই যুক্তরাষ্ট্রীয় পদার্থবিদের নামে পরিচিত 'মাইকেলসন-মর্লি'র (Michelson-Morley Experiment) পরীক্ষণ লব্ধ ফলাফল থেকে। এই ফলাফলের পশ্চাৎপটেই আইনস্টাইনের যুগান্তকারী নিবন্ধটির ঘোষণা ছিল : 'আলোর দ্রুতি তার উৎস বা পর্যবেক্ষকের গতির উপর কখনও নির্ভর করে না; সব সময় এর মান ধ্রুব থাকে।' ব্যাপারটি খুবই অদ্ভুত। মন মানতে চায় না, কারণ এ ব্যাপারটি বস্তুর বেগ সংক্রান্ত আমাদের চলিত পর্যবেক্ষণলব্ধ অভিজ্ঞতার সাথে সঙ্গতিপূর্ণ নয়। যেমন ধরা যাক, আপনি ঘণ্টায় ৪০ কি.মি বেগে গাড়ী চালাচ্ছেন, বিপরীত দিক থেকে আপনার এক বন্ধু একই বেগে গাড়ী চালিয়ে আসছেন। আপনার মনে হবে আপনার বন্ধুটির গাড়ী আপনার গাড়ীর দিকে দ্বিগুণ বেগে অর্থাৎ ৮০ (=৪০ + ৪০) কি.মি বেগে ধেয়ে আসছে। আর আপনার বন্ধুর গাড়ীটি যদি দাঁড়িয়ে থাকত, তাহলে আপনার মনে হতো এটি আপনার দিকে ৪০ কি.মি বেগে এগিয়ে আসছে। এটিই চিরায়ত আপেক্ষিক গতির (relative motion) ধারণা। আলোর গতির ক্ষেত্রে ব্যাপারটি অন্যরকম। ধরা যাক, এক পর্যবেক্ষক সেকেন্ডে ১ লক্ষ ৫০ হাজার কি.মি বেগে দূরে অবস্থিত একটি আলোর উৎসের দিকে ছুটে চলছে। আর উৎস থেকে আলো বেরিয়ে আসছে আলো তার নিজস্ব দ্রুতিতে, অর্থাৎ সেকেন্ডে প্রায় ৩ লক্ষ কি.মি বেগে। এখন কথা হচ্ছে পর্যবেক্ষকের কাছে আলোর বেগ কত বলে মনে হওয়া উচিত? আগের উদাহরণ থেকে পাওয়া অভিজ্ঞতা বলে এর মান হওয়া উচিত সেকেন্ডে ৪ লক্ষ ৫০ হাজার (= ১লক্ষ ৫০ হাজার + ৩ লক্ষ) কি.মি। আসলে কিন্তু তা হয় না, পর্যবেক্ষক দেখবে আলো তার দিকে ওই ৩ লক্ষ কি.মি বেগেই এগিয়ে আসছে। এ ক্ষেত্রে আমাদের চিরায়ত আপেক্ষিক গতির (relative motion) অভিজ্ঞতা একেবারেই ভেঙে পড়ে। অর্থাৎ আলোর দ্রুতি সবসময় একই অর্থাৎ এর দ্রুতির মান একটি সার্বজনীন ধ্রুবক (c)।