লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটিই কি সার্বিক তত্ত্ব?

আব্দুল্যাহ আদিল মাহমুদ

প্রকৃতির চার বলের মধ্যে মানুষ সবার আগে জানতে ও বুঝতে পারে মহাকর্ষের কথা৷ তবু এখন পর্যন্ত এই বলটি সম্পর্কেই মানুষ সবচেয়ে কম জানে৷ পড়ন্ত আপেল বা গ্রহ-নক্ষত্রের গতিপথ ব্যাখ্যায় মানুষ যথেষ্ট সফল৷ কিন্তু কেউ জানে না অতিপারমাণবিক কণার ক্ষুদ্র জগতে মহাকর্ষের ভূমিকা কেমন। সেজন্যেই বিজ্ঞানীদের চাওয়া এমন এক তত্ত্ব যা ছায়াপথ থেকে কোয়ার্ক কণা পর্যন্ত বড়-ছোট সবকিছুকে ব্যাখ্যা করতে পারবে৷

অনেক বড় চাওয়া। সম্ভবত মহাবিশ্বের সবচেয়ে জটিল ও কষ্টসাধ্য কাজ। তাই তো অনুসন্ধান শুরুর পর আটটি দশক পার হয়ে গেলেও এখনও মেলেনি দেখা। এখনও তাই মহাবিশ্বের বড় ও ছোট জগতের জন্য রয়েছে আলাদা সূত্র। বড় কাঠামোয় ভাল কাজ করে মহাকর্ষ। যার সবচেয়ে আধুনিক ব্যাখ্যা দেয় আইনস্টাইনের সার্বিক আপেক্ষিকতা তত্ত্ব। এ তত্ত্বে বস্তুর ভর আশেপাশের স্থান-কালকে বাঁকিয়ে দেয়। আর তাকেই আমরা মহাকর্ষ হিসেবে দেখি। এযাবতকালের সকল পরীক্ষা সফলভাবে উৎরে গেছে তত্ত্বটি৷ ক্ষুদ্র অতিপারমাণবিক জগতে আবার কাজ করে কোয়ান্টাম তত্ত্ব। এ তত্ত্ব কাজ করে তিনটি বল নিয়ে: বিদ্যুৎচৌম্বকীয় বল এবং দুর্বল ও সবল নিউক্লিয় বল। বল তিনটির ব্যাখ্যায় কাজ করে কণাপদার্থবিদ্যার স্ট্যান্ডার্ড মডেল৷ এসব বলে অংশ নেওয়া কণাদের আচরণও ব্যাখ্যা করে মডেলটি৷ নিজ নিজ জগতে তত্ত্ব দুটি সফল হলেও অন্যের জগতে অসহায়৷ সার্বিক আপেক্ষিকতার দাবির বিপরীতভাবে মহাবিশ্ব মৌলিকভাবে মসৃণ নয়, বরং এবড়োথেবড়ো৷

অন্যদিকে বিশাল গ্রহ, নক্ষত্রও পরমাণু দিয়ে তৈরি। এই কণাদের ভাঙা বা জোড়া লাগা থেকে পাওয়া যায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ। চুম্বকের বিপরীত মেরু আকৃষ্ট হয়। এর পেছনে থেকে কাজ করে চৌম্বকক্ষেত্র। তবে আরও মৌলিকভাবে এটা আসলে কোয়ান্টাম কণার ওপর নির্ভর করে। কিন্তু প্রকৃতির চার মৌলিক বলের মধ্যে মহাকর্ষের মধ্যে কোনো কোয়ান্টাম ধর্ম পাওয়া যায়নি। তাই কেউ জানে না মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের উৎস কী বা এর অভ্যন্তরে কণারা কীভাবে কাজ করে। কোয়ান্টাম তত্ত্ব আবার আপেক্ষিকতার মতো স্থানের বক্রতা স্বীকার করে না। এতে অবশ্য অসুবিধা হয় না। কারণ আসলে ইলেকট্রনের মতো ছোট জায়গায় মহাকর্ষ অন্য বলের তুলনায় অনেক অনেক দুর্বল। গ্রহ-নক্ষত্রের বেলায় স্থানের বক্রতা সহজে দৃশ্যমান ও হিসাবযোগ্য। ইলেকট্রনের বেলায় তা শুধু অনুভবের অযোগ্যই নয়, গাণিতিকভাবে অসম্ভব। মহাকর্ষকে নিয়ে কাজ করতে গেলেই কোয়ান্টাম তত্ত্বে চলে আসে অসীমের প্রয়োজনীয়তা। চলে অসীমবার একটি পরীক্ষার চালানোর প্রয়োজনীয়তাও।

আর এখানেই সার্বিক আপেক্ষিকতার সাথে বিরোধ কোয়ান্টাম তত্ত্বের৷ অথবা বলা যায় দুর্বলতা। আইনস্টাইনের তত্ত্বে মহাকর্ষ হলো স্থান-কালের বক্রতার বহিঃপ্রকাশ৷ অন্যদিকে কোয়ান্টাম তত্ত্ব বলে, যেকোনো বল আসলে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বিচ্ছিন্ন খণ্ডের সমাবেশ৷ এসব খণ্ডের নাম কোয়ান্টাম৷ বহুবচনে কোয়ান্টা।

লাতিন কোয়ান্টা কথাটার শাব্দিক অর্থ পরিমাণ৷ কোনো ভৌত বৈশিষ্ট্যের সর্বনিম্ন বিচ্ছিন্ন অংশ বোঝানোর জন্য শব্দটার আবির্ভাব৷ সর্বনিম্ন শব্দ থেকেই বোঝা যায়, এ বৈশিষ্ট্যগুলো বিচ্ছিন্ন প্রকৃতির৷ অন্য অর্থে কোয়ান্টায়িত৷ যেমন আলোর কোয়ান্টাম হলো ফোটন কণা৷ কোয়ান্টাম তত্ত্বের অন্যতম কর্ণধার ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক ১৯০০ সালে শব্দটা ব্যবহার করেন৷ সে সময়টায় তিনি জ্বলজ্বলে বস্তুর বিকিরণ নিয়ে কাজ করছিলেন। জানতে চাচ্ছিলেন, কেন তাপমাত্রা বাড়লে বিকিরণ লাল থেকে কমলা ও পরে নীল হয়। এটা করতে গিয়ে পেলেন একটি সমীকরণ। এতে শক্তির একককে স্বতন্ত্র বা আলাদাভাবে প্রকাশ করলেন। দেখলেন, একটি নির্দিষ্ট মাত্রার বিচ্ছিন্ন তাপমাত্রায় জ্বলজ্বলে বস্তু থেকে নির্গত শক্তি বর্ণালীতে ভিন্ন ভিন্ন রঙে ধরা দেয়৷ এ থেকেই এল বিচ্ছিন্নতার ধারণা।

আগেই বলেছি, কোয়ান্টাম তত্ত্ব বলে প্রকৃতির বল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোয়ান্টায় গঠিত৷ তাহলে মহাকর্ষকেও তাই হতে হবে৷ স্থান-কালও তাহলে বিচ্ছিন্ন অংশ নিয়ে গঠিত হবে৷ হয়তোবা অতিক্ষুদ্র কাঠামোয় স্থান-কালও মৌলিক একক দিয়েই গঠিত৷ কিন্তু সমস্যা হলো, সার্বিক আপেক্ষিকতা কোয়ান্টার অস্তিত্বের কথা স্বীকার করে না৷ অথবা জানে না৷ আইনস্টাইনের মহাকর্ষ প্রকৃতিগতভাবে অবিচ্ছিন্ন৷

বিচ্ছিন ও অবিচ্ছিন্ন চলক সম্পর্কে একটুখানি না জানলেই নয়। গণিত ও পরিসংখ্যান থেকে মূলত ধারণাটির উৎপত্তি৷ যে চলকের মানে নির্দিষ্ট দুটি সংখ্যার মাঝে অন্য সংখ্যা হতে পারে না সেটি বিচ্ছিন্ন চলক। যেমন স্বাভাবিক সংখ্যারা হলো ১, ২, ৩, ... ইত্যাদি অসীম পর্যন্ত৷ ১ ও ২ এর মাঝে কেউ নেই। এমন রাশিদের সেট বিচ্ছিন্ন। আবার বাস্তব সংখ্যার কথা ধরুন। ১ ও ২ এর মাঝে আছে অসীমসংখ্যক সংখ্যা৷ শুধু কি তাই! ১.১ ও ১.২ এর মাঝেই আছে অসীম সংখ্যা৷ একই কথা চলে ১.১১ ও ১.১২ এর জন্য। আসলে যেকোনো দুই সংখ্যার মাঝেই অসীম সংখ্যা আছে৷ বাস্তব সংখ্যারা তাই অবিচ্ছিন্ন। এদের মাঝে নেই কোনো গ্যাপ বা ফাঁকা জায়গা৷

মহাকর্ষ অবিচ্ছিন্ন। এ কথাটার অর্থ হলো স্থান বা কালের মাঝে কোনো গ্যাপ নেই৷ যেকোনো দুটি সময় বা স্থানের মাঝে আছে অন্য কোনো সময় বা স্থান৷ এরই নাম স্থান-কাল পরম্পরা (space-time continuum)৷ কিন্তু একটি বল হিসেবে একে তো বিচ্ছিন্ন ধরনের আচরণ করতে হবে৷ মহাবিশ্বের সার্বজনীন তত্ত্ব পেতে হলে তাই দরকার এমন তত্ত্ব যে মহাকর্ষকে কোয়ান্টার তুলির আঁচড়ে চিত্রায়িত করতে পারবে৷ আর ঠিক এখানেই লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি (এলকিউজি) তত্ত্বের আবির্ভাব৷ পদার্থবিদ্যার দুই আলাদা তত্ত্বকে জোড়া দেওয়ার প্রতিশ্রুতিশীল এক তত্ত্ব৷

কোয়ান্টাম তত্ত্ব ও সার্বিক আপেক্ষিকতায় বড় একটি বিরোধ হলো স্থান-কালের ভূমিকা নিয়ে৷ কোয়ান্টাম তত্ত্বে স্থান-কাল নিছক একটি পটভূমি বা ঘটনার মঞ্চ৷ সে মঞ্চে বিকৃতি বা বক্রতা সৃষ্টি হতে পারে৷ সেই বক্রতা পাল্টাতে পারে কণার গতিপথও৷ কিন্তু ঐটুকুই৷ সবকিছু ঘটে সেই পটভূমির উপরিভাগে৷ কিন্তু সার্বিক আপেক্ষিকতায় স্থান-কাল কোনো অভিনেতার নাট্যমঞ্চ নয়৷ এখানে স্থান-কাল নিজেই অভিনেতা৷ এখানে আগে থেকে মঞ্চই থাকে না৷ অভিনেতা নিজেই সে মঞ্চ তৈরি করে৷ সার্বিক আপেক্ষিকতা হলো স্থান-কালের বক্রতার ভাষা৷ আর বক্রতা তৈরিই করে মহাকর্ষ৷

মহাকর্ষ তো আসলে স্থান-কালের গতিবিদ্যাই৷ মহাকর্ষের কোয়ান্টাম তত্ত্ব পেতে তাই স্থান-কালের কোয়ান্টাম তত্ত্ব চাই৷ স্থান-কালকে কোয়ান্টায়িত করা গেলেই কেল্লা ফতে! আর এ কাজটাই করছে লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি৷ লুপ নামটা দেওয়ার কারণ আছে৷ এমনিতে লুপ মানে হলো ফাঁস। বা এমন কিছু যা ঘুরে আগের জায়গায় ফিরে আসে৷ লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি বা এলকিউজি তত্ত্বে আইন্সটাইনের সমীকরণ নতুন করে লেখা যায়৷ তবে পয়েন্ট বা বিন্দুর বদলে এখানে সমীকরণ প্রকাশ করা হয় রেখার ধারণা দিয়ে৷ স্থান-কাল এখানে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোয়ান্টায়িত লুপ৷ যার নাম স্পিন নেটওয়ার্ক৷ এর ফলে পদার্থবিদ্যায় কোনো পরিবর্তন আসে না৷ তবে কিছু হিসাব-নিকাশ সহজ হয়৷ বিশেষ করে স্থান-কালকে কোয়ান্টায়িত করার কাজ৷

প্রশ্ন হলো স্থান-কালকে কোয়ান্টায়িত করার মানে কী? এর মানে হলো মৌলিক একটি একক বা বিচ্ছিন্ন খণ্ডের অস্তিত্ব আছে অতিক্ষুদ্র, অইন্দ্রিয়গ্রাহ্য ও সূক্ষ্ম কাঠামোয়৷ যেমন ধরুন একটি ছবি। একে জুম করতে থাকলে একটা সময় দেখবেন মসৃণ ছবিটায় ফুটে ওঠবে বহু ছোট ছোট বর্গ৷ এদের নাম পিক্সেল৷ স্থান-কালের ব্যাপারটাও এর সাথে তুলনীয়৷ জুম ইন করে ছোট ছোট এককের দিকে যেতে থাকলে দেখা যাবে, স্থান-কাল অবিচ্ছিন্নভাবে ভবিষ্যতের দিকে ছুটে চলছে না৷ চলছে বরং বিচ্ছিন্ন এক ঘড়ির দ্রুত টিকের মতো৷ চলাচলের পথটা মসৃণ নয়৷ বরং এ যেন স্থান-কালের এক পদক্ষেপ থেকে আরেক পদক্ষেপে হামাগুড়ি দিয়ে এগিয়ে যাওয়া৷

স্থান-কালের এ কোয়ান্টায়ন হয় প্ল্যাঙ্ক মাপকাঠিতে৷ সেটা খুব ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য, সময়ে বা শক্তিতে৷ ১০৯ জুল শক্তি, ৫x১০-৪৪ সেকেন্ড ব্যাপ্তি বা ১০-৩৫ মিটার দৈর্ঘ্যকে প্ল্যাঙ্ক স্কেল ধরা হয়৷ শক্তির পরিমাণটা প্ল্যাঙ্ক ভরের সমতুল্য পরিমাণ (আইনস্টাইনের ভর-শক্তির সমীকরণ E = mc2 থেকে)৷ প্ল্যাঙ্ক স্কেল দৈর্ঘ্যে প্রোটনের ১০ লক্ষ-কোটি-কোটি গুণ ছোট৷ প্ল্যাঙ্ক স্কেল পর্যন্তই শক্তি ও পদার্থের অর্থপূর্ণ পরিমাপ সম্ভব৷ মজার ব্যাপার হলো প্ল্যাঙ্ক স্কেলে এসে কোয়ান্টাম তত্ত্ব ও সার্বিক আপেক্ষিকতা দুটোই মুখ থুবড়ে পড়ে৷ কারও পূর্বাভাসই কাজ করে না৷ আজ থেকে ১৩৮০ কোটি বছর আগে মহাবিশ্বের অবস্থা এমন ছিল৷ সেটা জন্মের ১০-৪৩ সেকেন্ড পরের কথা৷

কোয়ান্টায়নের একটি দারুণ সুবিধা হলো সিংগুলারিটির বিদায়৷ আইনস্টাইনের তত্ত্বে অসীম ঘনত্ব ও মহাকর্ষের স্থানে তৈরি হয় সিংগুলারিটি বা অনন্যতা৷ এই যেমন মহাবিশ্বের শুরুতে বা কৃষ্ণগহ্বরের কেন্দ্রে৷ অসীম মহাকর্ষ সব পদার্থকে টেনে নিয়ে গেছে যেখানে একটি বিন্দু বা রেখায়৷ আয়তনকে করেছে শূন্য৷ শুনতে রোমহষর্ক হলেও এসব কথা আসলে তত্ত্বের দুর্বলতার প্রকাশ৷ এজন্যই আমরা ঠিক করে জানি না কৃষ্ণগহ্বরের কেন্দ্রে বা বিগ ব্যাংয়ের সময়ের অবস্থা৷ এ সিংগুলারিটির বিশেষ নাম তাই মহাকর্ষীয় সিংগুলারিটি৷ তবে সংজ্ঞাই বলছে সিংগুলারিটি অতিশয় ক্ষুদ্র৷ সে হিসেবে বৈশিষ্ট্যের দিক থেকে এটি কোয়ান্টামধর্মী৷ এ কারণেই একে বুঝতে হলে চাই কোয়ান্টাম মহাকর্ষ তত্ত্ব৷ কল্পসাহিত্যে তাই কোয়ান্টাম সিংগুলারিটি কথাটা বেশ জনপ্রিয়ও বটে৷ এর ব্যবহার দেখা যায় স্টার ট্রেক, ফিউচার‍্যামার মতো সিনেমাগুলোয়৷

লুপ কোয়ান্টাম মহাকর্ষে সিংগুলারিটির তৈরি হয় না৷ এখানে এর বদলে আছে অতিশয় ক্ষুদ্র ও অপরিসীম ঘন বস্তু খণ্ড৷ এই অতিশয় ক্ষুদ্র বস্তুখণ্ড দেখতে কেমন সে সম্পর্কে আমাদের কোনো ধারণাই নেই৷ স্পিন নেটওয়ার্ক নামের পিক্সেলজাতীয় স্থান-কালের কিছু গাণিতিক সূত্র পাওয়া গেছে৷ তবে এলকিউজি এখনও অসম্পূর্ণ৷ সবচেয়ে বড় সমস্যা হলো ছোট কাঠামোয় এটি মহাকর্ষের শক্তিশালী তত্ত্ব৷ একইসাথে যা হওয়া উচিত সাধারণ কাঠামোয় দুর্বল মহাকর্ষের তত্ত্ব৷ কথাটার সহজ অর্থ হলো, তত্ত্বটাকে পৃথিবী ও সূর্যের সম্পর্কের মতো সাধারণ পরিস্থিতেও কাজে লাগানো যাবে৷ এবং ফলাফল পেতে হবে সার্বিক আপেক্ষিকতা বা নিউটনীয় মহাকর্ষের মতো। এই দুটো তত্ত্বই এক্ষেত্রে ঠিকঠাক কাজ করতে হবে৷ অন্যভাবে বললে, এলকিউজির মধ্যেই সার্বিক আপেক্ষিকতা থাকতে হবে৷

এখনও জানা যায়নি আসলে তা আছে কিনা৷ এর জন্য ক্ষুদ্রতম কাঠামোর পিক্সেল-সদৃশ কোয়ান্টাম স্থান-কালকে জুম আউট করে পেতে হবে আপেক্ষিকতার মসৃণ ও তরঙ্গায়িত স্থান-কাল৷ এখন পর্যন্ত কেউ সেটা পারেনি৷ সমস্যা আরও আছে৷ বিশেষ আপেক্ষিকতা বলে, আমাদের স্থান ও কালের পরিমাপ নির্ভর করে বেগের ওপর৷ কিন্তু পদার্থবিদ্যার মৌলিক স্তর সবার কাছে একই হওয়া উচিত৷ কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন পর্যবেক্ষক স্থান-কালের কোয়ান্টায়িত পিক্সেলের ভিন্ন ভিন্ন দৃশ্য দেখলে তাদের কাছে পদার্থবিদ্যা জিনিসটাই হবে সম্পূর্ণ আলাদা৷

১৯৮৬ সালে এলকিউজি তত্ত্বের সূচনা ঘটে৷ ভারতীয় পদার্থবিদ অভয় অষ্টকার আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতাকে নতুন করে সূত্রায়ন করেন৷ এতে করে আপেক্ষিকতা পদার্থবিদ্যার অন্যান্য মৌলিক নীতির কাছাকাছি চলে আসে৷ বিশেষ করে ইয়াং-মাইলস তত্ত্বের কাছাকাছি হয়। ইয়াং-মাইলস তত্ত্বকে কণাপদার্থবিদ্যার স্ট্যান্ডার্ড মডেলের ভিত্তি বলা চলে৷ অষ্টকারের কাজে আগ্রহী হন টেড জ্যাকবসন ও লিও স্মোলিন৷ তারা দেখলেন কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটির সমীকরণ অষ্টকার চলক দিয়ে লিখলে লুপের মাধ্যমে সমাধান আসে৷ পরে কার্লো রোভেলি ও স্মোলিন লুপের সমাধানের মাধ্যমে পটভূমি ওপর অনির্ভরশীল কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি তত্ত্ব সংজ্ঞায়িত করেন। জর্জ পুলিন ও জার্জি লেভানডফস্কি দেখেন, তত্ত্বের সুসঙ্গতির জন্য লুপ থাকা বাধ্যতামূলক৷ তত্ত্বকে সূত্রায়ন করতে পরস্পরচ্ছেদী লুপ বা গ্রাফ দরকার৷

১৯৯৪ সালে রোভেলি ও স্মোলিন দেখান, ক্ষেত্রফল ও আয়তনের কোয়ান্টাম অপারেটরের আছে বিচ্ছিন্ন ধরনের বর্ণালী৷ তার মানে, জ্যামিতি এখানে কোয়ান্টায়িত৷ এর মাধ্যমে খুলে গেলে কোয়ান্টাম জ্যামিতির পথ৷ পরে থমাস থিম্যান দেখান, পটভূমি থেকে স্বাধীন তত্ত্ব গাণিতিকভাবে সঙ্গতিপূর্ণ৷ বর্তমানে বিশ্বজুড়ে অন্তত ৩০টি দল এলকিউজি নিয়ে গবেষণায় রত৷ এক পর্যায়ে এসে গবেষণা দুই দিকে বেঁকে যায়৷ একটি হলো প্রথাগত লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি। অপরটি স্পিন ফোম থিওরি৷ এলকিউজি থেকে পাওয়া সবচেয়ে আধুনিক তত্ত্বের নাম লুপ কোয়ান্টাম কসমোলজি৷ যেখানে বিগ ব্যাংকে ধারণা করা হয় বিগ বাউন্সের অংশ৷ যাতে বলা হয় মহাবিশ্বের সঙ্কোচন (বিগ ক্রাঞ্চ) ও প্রসারণ হয় পালাক্রমে৷ এক মহাবিশ্বের সঙ্কোচন থেকে জন্ম হয় পরের মহাবিশ্বের।

showing

লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটির প্রবল প্রতিদ্বন্দ্বী এক তত্ত্ব স্ট্রিং থিওরি৷ মৌলিকভাবে দুই তত্ত্ব একদম আলাদা৷ এলকিউজি কাজ করে স্থান-কালকে বিচ্ছিন্ন খণ্ড ধরে নিয়ে। ওদিকে স্ট্রিং থিওরি বলে, সব বস্তু মৌলিকভাবে স্ট্রিং বা সুতা দিয়ে তৈরি৷ স্ট্রিংয়ের প্রান্ত খোলা বা নিজের সাথেই মিশে থাকতে পারে৷ এদের আছে কম্পন। হতে পারে লম্বা, আবার ভেঙে যেতে পারে বা জোড়াও লাগতে পারে একে অপরের সাথে৷ এগুলো থেকেই মূর্ত হয় বস্তু ও স্থান-কাল৷ অন্যদিকে এলকিউজি বস্তু নিয়ে ভাবে না। বস্তু তো থাকে স্থান-কালের মধ্যে৷ এটি তাই কাজ করে স্থান-কালের বৈশিষ্ট্য নিয়ে৷ আইনস্টাইনের মহাকর্ষের মসৃণ পটভূমিকে এখানে নোড ও লিঙ্ক দিয়ে প্রকাশ করা হয়। যাতে প্রকাশিত হয় কোয়ান্টাম বৈশিষ্ট্য৷ স্ট্রিং থিওরি বলে স্থান-কালের মাত্রা ১০টি। এলকিউজি উচ্চতর মাত্রায় কাজ করে না৷ স্ট্রিং থিওরি বলে অতিপ্রতিসাম্যের কথা৷ যার অর্থ হলো পরিচিত সব কণার আছে অনাবিষ্কৃত জোড়া৷ এলকিউজি তত্ত্বে এমন কোনো কথা নেই৷ দুই তত্ত্বের বিরোধ বিরোধে জড়িয়েছে সমর্থকদেরও৷ এক দল আরেক দলের কোনো বৈজ্ঞানিক সম্মেলনে যান না৷

তবে তরুণ গবেষকরা দুই তত্ত্বকে একীভূত করারও চেষ্টা করছেন। এলকিউজির বড় একটি অসুবিধা হলো স্থান-কালের ছোট পরিসর থেকে জুম আউট করে বড় কাঠামোয় চলে আসা। বড় কাঠামোয় এসে এর আইন্সটাইনের আপেক্ষিকতার ফলাফল দিতে পারতে হবে৷ কিন্তু তা হচ্ছে না তত্ত্বে। আরও বড় সমস্যা হলো মহাকর্ষহীন অবস্থায় এটি অকার্যকর৷ আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিকতা বলছে, পর্যবেক্ষকের বেগের নির্ভর করে বস্তুর দৈর্ঘ্য সঙ্কোচন হবে। একইসাথে হবে কাল দীর্ঘায়ন ও ভর বৃদ্ধি৷ এক কথায় প্রভাবিত হবে স্থান-কালের খণ্ড৷ ভিন্ন ভিন্ন পর্যবেক্ষক স্থান-কালের পিক্সেলের ভিন্ন ভিন্ন আকার দেখবে। বাস্তবে দেখা এই বৈশিষ্ট্যই আবার আইন্সটাইনের তত্ত্বের কেন্দ্রীয় নীতির পরিপন্থী৷ যা বলছে, বেগ যাই হোক পদার্থবিদ্যার মৌলিক সূত্র হবে একই৷

থিম্যানের নেতৃত্বে একদল গবেষক আবার এলকিউজিতে অতিপ্রতিসাম্য ও উচ্চ মাত্রা অন্তর্ভূক্ত করেছেন৷ থিম্যানের ছাত্র নর্বার্ট বোডেনডরফার আবার স্ট্রিং থিওরির সমস্যা দূর করতে লাগিয়েছেন এলকিউজির ধারণা৷ তবে অনেকেই এখনও এলকিউজি নিয়ে সংশয়বাদী৷ এলকিউজির অন্যতম প্রতিষ্ঠাতা কার্লো রোভেলিও স্ট্রিং তত্ত্ব ও এলকিউজিকে একই মুদ্রার দুই পিঠ ভাবতে নারাজ৷ তার মতে ৮০'র দশকের সেই আবেদন স্ট্রিং তত্ত্ব হারিয়েছে৷ তবে পুলিন বলছেন দুই তত্ত্বই এখনও মাঠে আছে আসলে।

লুপ কোয়ান্টাম গ্র্যাভিটি এখনও অসসম্পুর্ণ। রয়েছে বড় বড় সীমাবদ্ধতাও। এটি এখনও বলতে পারে না, কীভাবে কোয়ান্টাম দশা থেকে তৈরি হয় স্থান-কালের জ্যামিতি। কোয়ান্টায়িত স্থান-কাল দিয়ে বলার উপায় নেই, কোনটা সমতল জায়গা, আর কোনটা কৃষ্ণগহ্বরের মতো অতিশয় বক্র। ফলে স্ট্রিং বা এলকিউজি তত্ত্বের কোনোটি থেকেই সমাধানযোগ্য কোনো পথ পাওয়া যাচ্ছে না৷ দুটো তত্ত্বই কঠিন সময় পার করছে। এরা টিকে থাকবে নাকি নতুন প্রস্তাবিত তত্ত্ব আসবে তা সময়ই বলে দেবে। আদৌ যদি মহাবিশ্বের কোনো থিওরি অব এভরিথিং বা সার্বিক তত্ত্ব থেকে থাকে। এমনও তো হতেই পারে, মহাবিশ্বের কোনো সার্বিক তত্ত্বই নেই। সেটাও এক সম্ভাব্য অবস্থা।

সূত্র

১। কার্লো রোভেলি, ২০১৬, সেভেন ব্রিফ লেসনস অন্য ফিজিক্স

২। ইন্টারনেট: কোয়ান্টা ম্যাগাজিন, স্ট্যানফোর্ড ডট এজু, কোয়ান্টামলি ডট কম, স্পেস ডট কম, ইউনিভার্স টুডে, সিমেট্রি ম্যাগাজিন

লেখক: প্রভাষক, পরিসংখ্যান বিভাগ, সিলেট ক্যাডেট কলেজ

https://www.quantamagazine.org/string-theory-meets-loop-quantum-gravity-20160112/

https://einstein.stanford.edu/content/relativity/a11758.html

http://quantumly.com/m.what-is-a-quantum-or-quanta-definition.html

https://www.space.com/quantum-gravity.html

https://www.universetoday.com/50702/loop-quantum-gravity/

https://www.symmetrymagazine.org/article/june-2013/unification-of-forces?language\_content\_entity

https://www.space.com/loop-quantum-gravity-space-time-quantized

https://www.space.com/quantum-gravity.html