

মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের সমস্যা ও বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ বিষয়

দেবজ্যোতি হালদার

সহায়ক অধ্যাপক, ঋষি বঙ্কিম চন্দ্র সান্দ্য মহাবিদ্যালয়

বর্তমানে প্রায় সকল গবেষক মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বকে মেনে নিলেও এক সময় এমনটি ছিল না। তখন অনেকেই কিছু বিকল্প মহাজাগতিক নকশা বিশ্বাস করতো। এগুলো নিয়েই গড়ে উঠেছে অ-প্রমিত বিশ্বতত্ত্ব (Non-standard Cosmology)। ঠিক কোন নকশাটি জ্যোতির্বেত্তানিক পর্যবেক্ষণের সাথে সবচেয়ে ভাল খাপ খায় তা বের করা নিয়ে অনেক বিতর্ক হয়েছে। বর্তমানে মহাবিস্ফোরণ তত্ত্ব জনপ্রিয়তা লাভ করায় এই বিতর্কগুলোকে ঐতিহাসিক দৃষ্টিকোণ থেকে দেখা হয়; এগুলোর সমাধান করার জন্য এই তত্ত্ব অনেক পরিবর্তন আনা হয়েছে আবার মাঝেমাঝে উন্নততর পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। সমাধান হয়ে গেছে এমন সমস্যাগুলো ছাড়াও আরও কিছু সমস্যা রয়েছে, যেমন: কাম্পি হ্যালো সমস্যা এবং শীতল অদৃশ্য বস্তুর বামন ছায়াপথ সমস্যা।

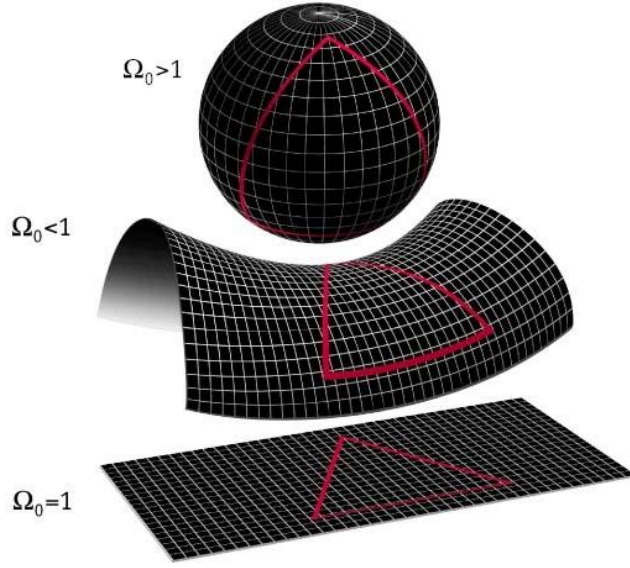
মহাবিস্ফোরণ তত্ত্ব এমন অনেকগুলো প্রশ্নের জন্ম দিয়েছে যার কোন সঠিক উত্তর দেয়ার মতো পর্যবেক্ষণ ব্যবস্থা আমাদের পৃথিবীতে নেই। এর মধ্যে রয়েছে অদৃশ্য শক্তি (Dark Energy), অদৃশ্য বস্তু (Dark Matter), মহাজাগতিক স্ফীতিশীলতা ইত্যাদি থেকে উদ্ভূত সমস্যাগুলো। এগুলোকে পদার্থবিজ্ঞানের সমাধানহীন সমস্যা বলা হয়। এগুলো সমাধানের জন্য প্রয়োজন মহাজাগতিক ক্ষুদ্র তরঙ্গ পটভূমি (Cosmic Microwave Background) বিকিরণের মূল বিষয় নিয়ে অধ্যয়ন এবং মহাবিশ্বের বৃহৎ পরিসর গঠনে বিদ্যমান অতি নব তারা নিয়ে অধ্যয়ন। সমস্যাগুলোর মহাকর্ষীয় প্রভাব পর্যবেক্ষণ এবং তত্ত্বের মাধ্যমে বর্তমানে অনেকটাই বোধগম্য হয়েছে। কিছু গুরুত্বপূর্ণ সমস্যা এবং সংশ্লিষ্ট অন্যান্য বিষয় এখানে আলোচনা করা হল:

(১) দিগন্ত সমস্যা (Horizon problem)

তথ্য আলোর চেয়ে দ্রুতগতিতে চলতে পারে না, এই ধারণা থেকেই দিগন্ত সমস্যার সৃষ্টি হয়েছে। এ থেকে বোঝা যায়, অনেক দূরত্বে অবস্থিত মহাবিশ্বের দুটি স্থান যাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব আলোর গতিবেগের এবং মহাবিশ্বের বয়সের গুণফলের চেয়েও বেশী, তাদের মধ্যে কারণিক (causal) সংযোগ ঘটা কখনই সম্ভব নয়। মহাজাগতিক ক্ষুদ্র তরঙ্গ পটভূমি বিকিরণের যে পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে তা এক্ষেত্রে আরও সমস্যার সৃষ্টি করেছে, কারণ এই সময়ের যে দিগন্ত তার আকার মহাকাশের প্রায় ২ ডিগ্রী অংশের সমান। মহাবিশ্ব যদি প্লাংক ইপকের (Planck's epoch) পর থেকে একইভাবে সম্প্রসারিত হতে থাকত তবে এই অঞ্চলগুলোতে তাপমাত্রা সমান থাকতে পারতো না।

(২) সমতা সমস্যা (Flatness problem)

ফ্রায়েডম্যান (Friedmann) বিশ্বের ক্ষেত্রে ঘনত্ব প্রাচল (density parameter) Ω । হল পর্যবেক্ষণযোগ্য ঘনত্ব ρ এবং সংকট ঘনত্ব ρ_c এর অনুপাত। পর্যবেক্ষণযোগ্য ঘনত্ব এবং সংকট ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক থেকেই মহাবিশ্বের পূর্ণ জ্যামিতি নির্ধারিত হয়, ওমেগা (Ω_0) মহাজাগতিক মানদণ্ড ১-এর চেয়ে বেশী না কম তার দ্বারা।



উপর থেকে নিচে: একটি বদ্ধ মহাবিশ্বে জ্যামিতি, উন্মুক্ত মহাবিশ্বে এবং সমতল মহাবিশ্বে।

সমতা সমস্যা একটি পর্যবেক্ষণিক সমস্যা যা ফ্রিদমান-লেমাইট-রবার্টসন ওয়াকার মেট্রিকের সাথে সম্পর্কিত। সাধারণভাবে মহাবিশ্বে তিন ধরনের জ্যামিতি থাকতে পারে: অধিবৃত্তীয় জ্যামিতি, ইউক্লিডীয় জ্যামিতি অথবা উপবৃত্তীয় জ্যামিতি। মহাবিশ্বের ঘনত্ব যদি ক্রান্তি ঘনত্ব থেকে কম হয় তবে তা অধিবৃত্তীয় জ্যামিতি মেনে চলবে, বেশী হলে উপবৃত্তীয় এবং সমান হলে ইউক্লিডীয়। মহাবিশ্বকে অবশ্যই তার আদি অবস্থার ক্রান্তি ঘনত্বের 10^{-5} ভাগের এক ভাগের মধ্যে থাকতে হত। আর তা নাহলে হয় এর তাপীয় মৃত্যু ঘটত বা মহা সংকোচন হত এবং মহাবিশ্ব আর টিকে থাকত না। এই সমস্যার সমাধান হিসেবে ধরা হয়েছে মহাবিশ্বের স্ফীতিশীলতা তত্ত্বকে। এই পর্যায়ে, স্থান-কাল এতো বেশী হারে প্রসারিত হয়েছিলো যে এর সাথে সংশ্লিষ্ট যেকোন অবশেষ বক্রতা (residual curvature) নিঃশেষিত হয়ে সমতলের সৃষ্টি হয়। এজন্যই বলা হয় স্ফীতিশীলতা তত্ত্ব স্বীকার করে নিলে মহাবিশ্বকে প্রায় সম্পূর্ণ সমতল ধরতে হয়।

(৩) চৌম্বক একমেরুসমূহ (Magnetic monopoles)

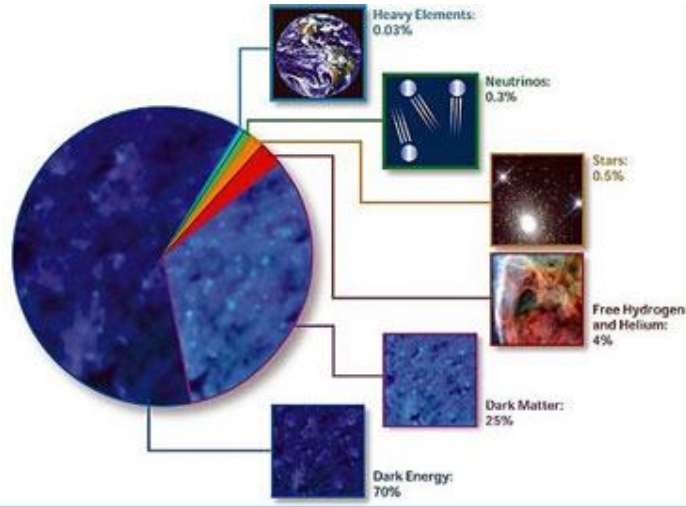
১৯৭০-এর দশকের শেষ ভাগে প্রথম চৌম্বক একমেরু ধারণাটি উত্থাপিত হয়। মহা একীভূত তত্ত্ব অনুসারে ভবিষ্যৎবাণী করা গিয়েছিল যে, মহাকাশে বেশ কিছু বিন্দু ক্রটি রয়েছে যারা স্বাভাবিক পর্যবেক্ষণের চেয়ে অনেক বেশি ঘনত্ববিশিষ্ট চৌম্বক একমেরু হিসেবে প্রকাশিত হতে পারে। মহাজাগতিক স্ফীতিশীলতা তত্ত্ব দ্বারা এই সমস্যারও একটি সমাধানে পৌঁছানো সম্ভব। স্ফীতিশীলতা তত্ত্ব পর্যবেক্ষণযোগ্য মহাবিশ্বের সকল বিন্দু ক্রটি দূর করে তেমনিভাবে, যেমন করে তা মহাবিশ্বের গঠনকে সমতলীয় হিসেবে আখ্যায়িত করার উপযুক্ত পরিবেশ সৃষ্টি করে।

(৪) বেরিয়ন অপ্রতিসাম্য (Baryon asymmetry)

বেরিয়ন হল পরমাণুর ভিতরের মৌলিক কণাগুলির একটি শ্রেণী। ধরা হয়, মহাবিশ্ব যখন নতুন এবং প্রচণ্ড উত্তপ্ত ছিল তখন, পরিসাংখ্যিক সাম্যাবস্থা (statistical equilibrium) বজায় ছিল অর্থাৎ এতে বেরিয়ন এবং প্রতি-বেরিয়নের পরিমাণ সমান ছিল। কিন্তু বর্তমানে প্রমাণ হয়েছে যে, পর্যবেক্ষণযোগ্য মহাবিশ্বে র প্রায় পুরোটাই পদার্থ দ্বারা গঠিত। অর্থাৎ বেরিয়ন অপ্রতিসাম্য সমস্যা। বেরিওজেনেসিস নামক একটি অজ্ঞাত পদ্ধতি এই অপ্রতিসাম্যের সৃষ্টি করেছে।

এই বেরিওজেনেসিস ঘটনার জন্য বিজ্ঞানী আন্দ্রেই শাখারভ কতগুলি শর্ত দেন। এই শর্তগুলোতে বলা হয়েছে, মহাবিশ্বে সেই বেরিয়ন সংখ্যা থাকতে হবে যা সংরক্ষিত নয়, C-প্রতিসাম্য এবং CP-প্রতিসাম্য লঙ্ঘন করতে হবে এবং মহাবিশ্ব তাপগতীয় সাম্যাবস্থায় (Thermodynamic equilibrium) থাকবে না। আদর্শ নকশায় এই সবগুলো শর্ত পালিত হয়, কিন্তু তা বেরিয়ন অপ্রতিসাম্য ব্যাখ্যা করার মত যথেষ্ট প্রমাণ দিতে পারেনি। বর্তমানে সুইজারল্যান্ডের সার্নে যথেষ্ট প্রতি-হাইড্রোজেন সঞ্চয়ের জন্য গবেষণা চলছে যাতে তাদের সাথে হাইড্রোজেনের বর্ণালীর তুলনা করা যেতে পারে। এ থেকে যদি তাদের বর্ণালীর মধ্যে কোন পার্থক্য পাওয়া যায় তবে তা CPT প্রতিসাম্য লঙ্ঘন করবে।

(৫) অদৃশ্য বস্তু (Dark Matter)



মহাবিশ্বের বিভিন্ন উপাদানের পরিমাণের আনুপাতিক শক্তি-ঘনত্বের একটি পাই চক্র; ল্যান্ডডা-সিডিএম নকশা অনুসারে।

১৯৭০ ও ৮০'র দশকে বিভিন্ন পর্যবেক্ষণ থেকে প্রমাণিত হয় যে, মহাবিশ্বের ছায়াপথসমূহ এবং এদের অন্তর্ভুক্ত স্থানে বিদ্যমান মহাকর্ষীয় বলের আপাত শক্তির পরিমাণ এত বেশি যে দৃশ্যমান পদার্থগুলোর পক্ষে এ শক্তি সরবরাহ করা সম্ভব নয়। অর্থাৎ পদার্থের পরিমাণের তুলনায় শক্তি অনেক বেশি। এর পর বিজ্ঞানীরা এই ধারণা গ্রহণ করতে বাধ্য হন যে, মহাবিশ্বের শতকরা প্রায় ৯০ ভাগ পদার্থই সাধারণ বেরিয়ন পদার্থ নয় বরং এরা হচ্ছে অদৃশ্য বস্তু (dark matter)। তার আগে ধারণা ছিল যে, মহাবিশ্বের সকল পদার্থই সাধারণ যা আমরা দেখতে পায়। কিন্তু এই ধারণার সঙ্গে পর্যবেক্ষণের মিল ছিল না। এই সমস্যা সমাধানের জন্য অদৃশ্য বস্তুর কল্পনা করা ছাড়া অন্যপথ নেই। প্রথম আবিষ্কারের পর এই অদৃশ্য বস্তু বিতর্কের সৃষ্টি করলেও, বর্তমানে অধিকাংশ বিশ্বতত্ত্ববিদ অদৃশ্য বস্তুর অস্তিত্ব মেনে নিয়েছেন। কারণ বর্তমানে সিএমবি'র মাধ্যমে যে অসমসারকতা (anisotropy) পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে তা বিজ্ঞানসম্মতভাবে ব্যাখ্যা করতে হলে এর কোন বিকল্প নেই। এছাড়াও মহাবিশ্বের বন্টন, মহাকর্ষীয় লেন্সিং এবং ছায়াপথ স্তবক থেকে প্রাপ্ত X-রশ্মি নিয়ে গবেষণা করতে গিয়ে, এই বস্তুর উপস্থিতি মেনে নিতে হয়েছে। ২০০৬ সালের আগস্ট মাসে বুলেট স্তবকের ছায়াপথসমূহের মধ্যে সংঘর্ষ পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে বর্তমানে বিজ্ঞানীরা অদৃশ্য বস্তুর ব্যাপারে নিশ্চিত হয়েছেন। অদৃশ্য বস্তু চিহ্নিত করা প্রায় দুঃসাধ্য। কারণ এর মহাকর্ষীয় প্রভাব সঠিকভাবে বোঝা যায় না। এখন পর্যন্ত কোন গবেষণাগারে সরাসরি অদৃশ্য বস্তু পর্যবেক্ষণ করা সম্ভব হয় নি।

(৬) অদৃশ্য শক্তি (Dark Energy)

১৯৯০-এর দশকে মহাবিশ্বের মোট ভর ঘনত্বের একটি বিস্তৃত পরিসংখ্যান প্রকাশিত হয়। এই পরিসংখ্যান অনুসারে মহাবিশ্বের ভর ঘনত্ব ক্রান্তি ঘনত্বের মাত্র ৩০ %। মহাজাগতিক ক্ষুদ্র তরঙ্গ পটভূমির পরিমাপ করার মাধ্যমে জানা গেছে যে মহাবিশ্ব প্রায় সমতলীয়। এ কারণে এর শতকরা প্রায় ৭০ ভাগ শক্তি ঘনত্বের কোন ব্যাখ্যা পাওয়া যায় না। অতিনব তারার স্বাধীন পরিমাপের মাধ্যমে এটি প্রমাণ করা হয়েছে যে, মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ অরৈখিক স্বরণে হচ্ছে। এই স্বরণ ব্যাখ্যার জন্য সাধারণ আপেক্ষিকতা তত্ত্বে এমন একটি মহাবিশ্বের ধারণা গ্রহণ করা প্রয়োজন যাতে ঋণাত্মক চাপবিশিষ্ট বিপুল সংখ্যক শক্তি উপাদান থাকা প্রয়োজন। এ থেকেই এসেছে অদৃশ্য শক্তির ধারণা। ধারণা করা হয় এই শক্তি অবশিষ্ট ৭০ % গঠন করেছে। এর প্রকৃতি বর্তমান মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের অন্যতম রহস্যময় বিষয়। তবে এ বিষয়টি বোঝার জন্য বর্তমানেও গবেষণা এগিয়ে চলছে। ২০০৬ সালে ডব্লিউএমএপি থেকে প্রাপ্ত তথ্যানুসারে মহাবিশ্বে ৭৪% অদৃশ্য শক্তি, ২২% অদৃশ্য বস্তু এবং মাত্র ৪% সাধারণ বস্তু রয়েছে।

মহাবিস্ফোরণ তত্ত্ব অনুসারে ভবিষ্যৎ

অদৃশ্য শক্তি আবিষ্কারের পূর্বে বিশ্বতত্ত্ববিদে রা মহাবিশ্বের পরিণতি সম্পর্কে দুটি ধারণা করতেন। মহাবিশ্বের ভর ঘনত্ব যদি ক্রান্তি ঘনত্বের চেয়ে বেশী হয় তবে মহাবিশ্ব সম্প্রসারিত হয়ে একটি নির্দিষ্ট আকারে পৌঁছানোর পর আবার সংকুচিত হতে শুরু করবে। তখন এটি আবার ঘন ও উত্তপ্ত হতে থাকবে এবং একসময় সেই আদি অবস্থায় পৌঁছাবে যে অবস্থায় মহা সংকোচন শুরু হয়েছিলো। অন্যদিকে এই ঘনত্ব যদি ক্রান্তি ঘনত্বের সমান বা কম হয় তবে একসময় সম্প্রসারণ ধীর হয়ে যাবে, কিন্তু কখনই শেষ হবে না। মহাবিশ্ব যতই প্রসারিত হবে তত তার ঘনত্ব কমবে এবং এর ফলে আর নতুন তারা গঠিত হবে না। মহাবিশ্বের গড় তাপমাত্রা অপ্রতিসম (asymptotic) ভাবে পরম শূন্যের দিকে অগ্রসর হয়ে মহা হিমায়ন (big freeze) অবস্থার সৃষ্টি করবে। এ সময় কৃষ্ণ গহ্বর গুলো নিজেরাই বাষ্পীভূত হবে। মহাবিশ্বের এনট্রপি বাড়তে বাড়তে এমন একটি বিন্দুতে পৌঁছাবে যখন তার থেকে কোন সুসংগঠিত শক্তি পাওয়া যাবে না। এই অবস্থার নাম মহাবিশ্বের তাপীয় মৃত্যু। আবার, প্রোটন যদি স্থিতিশীল না হয় তাহলে হাইড্রোজেন অদৃশ্য হয়ে যাবে, থেকে যাবে কেবল বিকিরণ। মহাবিশ্বের স্বরণ সহকারে সম্প্রসারণের উপর আধুনিক পর্যবেক্ষণের ফলে আমরা জানতে পেরেছি যে বর্তমান দৃশ্যমান মহাবিশ্ব আমাদের ঘটনা দিগন্তের বাইরে চলে যাবে এবং আমরা আর বর্তমান দৃশ্যমান স্থানগুলোকেও দেখতে পারবো না। এর ফলে কি হতে পারে তা সঠিক জানা যায় নি। মহাবিশ্বের ল্যান্ডস্কাপ-সিডিএম নকশায় অদৃশ্য শক্তিকে একটি মহাজাগতিক ধ্রুবক হিসেবে দেখানো হয়েছে। এই তত্ত্বে বলা হয়েছে, মহাবিশ্বের কেবল মহাকর্ষীয়ভাবে সীমাবদ্ধ বস্তুগুলোই একসাথে থাকবে, যেমন ছায়াপথ; অবশ্য মহাবিশ্বের প্রসারণ ও শীতলায়নের ফলে এদেরও তাপীয় মৃত্যু ঘটবে। অন্য একটি মতবাদ হচ্ছে ফ্যান্টম শক্তি মতবাদ। এটি অনুসারে ছায়াপথ স্তবক, তারা, গ্রহ, পরমাণু বা কেন্দ্রীয় সবগুলোই এক সময় ছিন্নভিন্ন হয়ে যাবে এবং চির প্রসারণশীল মহাবিশ্বে এ কারণে এক সময় বিগ রিপ সৃষ্টি হবে।