

লাইগো ডিটেক্টরদ্বয় আরও একটি কৃষ্ণগহ্বরের সমবায় পর্যবেক্ষণে সফল!

প্রথম মহাকর্ষীয় তরঙ্গ আবিষ্কার উদযাপনের শেষ হওয়ার আগেই লাইগো দ্বারা আরো একটি কৃষ্ণগহ্বরের সমবায় পর্যবেক্ষণের কথা ঘোষণা করতে পেরে আমরা আনন্দিত। ২৬ ডিসেম্বর, ২০১৫ ভারতীয় সময় সকাল ৯ টা ৮ মিনিটে (৩ টে ৩৮ মিনিট ইউ টি সি) মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের লুইসিয়ানার লিভিংস্টন ও ওয়াশিংটনের হ্যানফোর্ডে অবস্থিত দুটি লেসার ইন্টারফেরোমটার গ্রাভিটেশনাল ওয়েভ অবসারভেটরি (লাইগো) ডিটেক্টর যন্ত্রে এই সংকেত ধরা পড়ে। এই নিরীক্ষিত মহাকর্ষীয় তরঙ্গ উৎপন্ন হয়েছে দুটি কৃষ্ণগহ্বরের (যাদের ভর সূর্যের ভরের ১৪ এবং ৮ গুন) সংযোগে। এই সংযোগে সৃষ্টি হয়েছে আরো অধিক ভরসম্পন্ন, দ্রুত ঘূর্ণায়মান এক কৃষ্ণগহ্বর (যার ভর সূর্যের ২১ গুন)। লাইগো যে পরিসরের কম্পাঙ্ক মাপতে সক্ষম একশ চল্লিশ কোটি বছর আগে হওয়া কৃষ্ণগহ্বরদের এই সংঘর্ষের সংকেত সেই পরিসরে প্রায় এক সেকেন্ড ছিল। এই সামান্য সময়ে সূর্যের সমান ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়েছে। শক্তির এই পরিমাণ বুঝতে হলে জানতে হবে সূর্যের সম্পূর্ণ জীবনকালে এর ভরের এক নগণ্য ভগ্নাংশ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং সেটি পৃথিবীকে বহু কোটি বছর উষ্ণ রাখার পক্ষে যথেষ্ট।

ফেব্রুয়ারী ২০১৬ তে যে প্রথম কৃষ্ণগহ্বরের সংঘর্ষের কথা ঘোষণা করা হয়েছিল, এই বারের কৃষ্ণগহ্বর গুলি তুলনামূলক ভাবে ছোট, এই যুগ্মের মোট ভর সূর্যের ভরের ২২ গুন, যা আগেরবার ছিল ৬৫ গুন। এই ভরের কৃষ্ণগহ্বর ব্রহ্মাণ্ডে অনেক বেশি সংখ্যায় আছে বলে মনে করা হয়। কিন্তু এদের পর্যবেক্ষণ করা অনেক বেশি কঠিন কারণ এদের সংকেত অনেক মৃদু হয় এবং এর সংকেতের দৈর্ঘ্য বেশী হওয়ায় সংকেতের শক্তি বন্টিত হয়ে যন্ত্রের কোলাহলের মধ্যে হারিয়ে যায়। আগের মত এইবার মহাকর্ষীয় তরঙ্গের সংকেত সামায়িক এবং যন্ত্রের কোলাহলের থেকে জোরালো ছিল না। এই সংকেত খুঁজে পাওয়া খড়ের গাদায় ছুঁচ খোঁজার মত কঠিন ছিল যা ম্যাচড ফিল্টারিং নামক অত্যন্ত উন্নত ও বিকশিত এক কৌশল দ্বারাই সম্ভব হয়েছে।

১৯৪৯ সালে ম্যাচড ফিল্টারিং আবিষ্কার করেন উইনার। এর কাজ ছিল নয়েসের (noise) মধ্যে লুকিয়ে থাকা জ্ঞাত সংকেত খুঁজে বের করা। পঁচিশ বছর আগে প্রফেসর সঞ্জীব ধুরন্ধরের নেতৃত্বে আয়ুকাতে (IUCAA) মহাকর্ষীয় তরঙ্গ খুঁজতে এই কৌশল ব্যবহারের উপায় খোঁজার কাজ শুরু হয়। বিগত বছরগুলিতে আয়ুকা (IUCAA), আইসার ত্রিবান্দ্রম (IISER Trivandrum), আই আই টি গান্ধীনগর (IIT Gandhinagar) এবং বিশ্বের অনেক নামী প্রতিষ্ঠানের গবেষকরা এই কৌশলের অনেক উন্নতি সাধন করেছেন। কিন্তু এই কৌশল এত দিন ধরে অপরিহার্য থেকেছে এবং এর কোন বিকল্প জরুরী হয়নি। ডিটেক্টরের নয়েস কমাতে এবং একাধিক ডিটেক্টর ব্যবহার করে মহাকর্ষীয় তরঙ্গের সন্ধানকে আরো বেশী সংবেদনশীল করে তুলতে ভারতীয় বিজ্ঞানীদের অবদান রয়েছে। ম্যাচড ফিল্টারিং এর জন্য প্রয়োজন প্রত্যাশিত মহাকর্ষীয় তরঙ্গের নির্ভুল প্রতিক্রম, যা আইনস্টাইনের মাধ্যাকর্ষণের সূত্র সমাধান করেই পাওয়া সম্ভব। এই সমাধানের জন্য প্রয়োজন অনেক জটিল গাণিতিক কৌশল। আর আর আই (RRI) এর প্রফেসর বালা আইয়ার এর নেতৃত্বে এক দল ভারতীয় গবেষক ফ্রান্সের একটি গবেষক দলের সঙ্গে মিলিত ভাবে গত তিন দশক ধরে এই সমস্ত গাণিতিক কৌশলের বিকাশে অগ্রণী ভূমিকা পালন করেছেন। সাম্প্রতিক কয়েক বছরে আই সি টি এস (ICTS), সি এম আই (CMI) এবং টি আই এফ আর (TIFR) এর গবেষকরা এই সমস্ত কৌশল আয়ত্ত করেছেন এবং এর অনেক উন্নতি সাধন করেছেন। এই উন্নতি গুলির মধ্যে, নির্ভুলতর আসন্ন মান নির্ণয়, কৃষ্ণগহ্বরের ঘূর্ণন এবং কক্ষের উৎকেন্দ্রতার প্রভাব নির্ধারণ, নিউমেরিকাল রিলেটিভিটির বিশদ সিমুলেশনের সাথে সঙ্গতি রাখা ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। প্রফেসর আইয়ার এর দল, যাদের মধ্যে সি এম আই (CMI) এবং আই সি টি এস (ICTS) এর গবেষকরা আছেন, একটি পদ্ধতি প্রস্তাব করেছেন যার মাধ্যমে সাধারণ অপেক্ষবাদের বৈধতা পরীক্ষা করা যাবে। পর্যবেক্ষিত মহাকর্ষীয় তরঙ্গের উপর এই পরীক্ষা করা হয়েছে। সি এম আই (CMI), আই সি টি এস (ICTS),

আইসার কোলকাতা (IISER Kolkata), আইসার ত্রিবান্দ্রম (IISER Trivandrum) এবং টি আই এফ আর (TIFR) এর গবেষকরা বিশ্বের অন্যান্য বিজ্ঞানীদের সাথে মিলিত ভাবে পর্যবেক্ষিত সংকেতের আইনস্টাইনের সাধারণ আপেক্ষবাদের সাথে সামঞ্জস্যের পরীক্ষায় যুক্ত ছিলেন। আয়ুকা (IUCAA) ও আই সি টি এস (ICTS) এর গবেষকরা কৃষ্ণগহ্বরের সংঘর্ষে নিগত মহাকর্ষীয় তরঙ্গের শক্তি, সংঘর্ষে সৃষ্ট কৃষ্ণগহ্বরের ভর, ঘূর্ণন নির্ণয়ে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রেখেছেন। ভারতীয় স্পেস টেলিস্কোপ উপগ্রহ অ্যাস্ট্রোস্যাটের একটি যন্ত্রাংশ সি জেড টি আই (CZTI) সর্বপ্রথম এই সংঘর্ষে নিগত আলো খাঁজার কাজ শুরু করে। বর্তমানে আই পি আর (IPR), আয়ুকা (IUCAA) ও আর আর ক্যাট (RRCAT) এর অনেক গবেষক ভারতে তৃতীয় লাইগো ডিটেক্টর লাইগো-ইন্ডিয়া (LIGO-India) নির্মাণের কাজে নিযুক্ত। লাইগো-ইন্ডিয়া অন্যান্য ডিটেক্টরের সাথে যুগ্ম ভাবে মহাকর্ষীয় তরঙ্গ পর্যবেক্ষণ, উৎসের কক্ষতল নির্ণয় এবং আকাশে তার অবস্থান নির্ণয় অনেক নির্ভুল করবে। ভারতের ৯টি প্রতিষ্ঠানের ৩৯ জন গবেষক, যাদের মধ্যে ৬ জন ছাত্র-ছাত্রী এবং ৮ জন পোস্ট ডক্টরাল ফেলো ইন্ডিগো কনসোর্টিয়ামের (IndIGO consortium) মধ্য দিয়ে এই আবিষ্কারের সাথে যুক্ত।

লাইগোর উদ্দিষ্ট সংবেদনশীলতা অর্জন করার আগেই পর পর দুটি আবিষ্কার থেকে এটাই পরিষ্কার হয় যে আমাদের সামনে এক বিশাল অনাবিষ্কৃত জগৎ পড়ে রয়েছে যার উপর মহাকর্ষীয় তরঙ্গই আলোকপাত করতে পারে। লাইগো-ইন্ডিয়া নির্মাণের জন্য ৩১শে মার্চ ২০১৬ তারিখে ভারতের ডি এ ই (DAE, ডিপার্টমেন্ট অফ অ্যাটমিক এনার্জি) ডি এস টি (DST, ডিপার্টমেন্ট অফ সাইন্স এন্ড টেকনোলজি) এবং মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের এন এস এফ (NSF, ন্যাশনাল সাইন্স ফাউন্ডেশন) এর মধ্যে একটি চুক্তি (MoU) স্বাক্ষর হয় এবং একটি পর্যবেক্ষক কমিটি তৈরী হয়। আগামী দশকের শুরুর দিকে লাইগো-ইন্ডিয়া পর্যবেক্ষণ শুরু করবে বলে আশা করা যায়। নিকট ভবিষ্যতে অ্যাডভান্সড ভারগো (ইতালি) ও কাগরা (জাপান) ডিটেক্টর তৈরী হতে চলেছে। পালসার টাইমিং অ্যারে তৈরির কাজও এগিয়ে চলেছে। এমনকি লিসা পাথফাইন্ডারের অপ্ৰত্যাশিত সাফল্যের পর মহাকাশে একটি ডিটেক্টর সুদূর নয়। আমরা আশা করতে পারি শীঘ্রই আমাদের কাছে মহাকর্ষীয় তরঙ্গ বিভিন্ন ভাবে পর্যবেক্ষণের এত উপায় থাকবে যে জ্যোতির্বিজ্ঞানের এক নতুন যুগ মাল্টি-ব্যান্ড গ্র্যাভিটেশনাল-ওয়েভ এসট্রনমির সূচনা হবে।

সর্বপরি, সরকার, জনগণ ও সংবাদমাধ্যমের মধ্যে যে কদর মহাকর্ষীয় তরঙ্গ গবেষণায় লিপ্ত বিজ্ঞানীরা পেয়েছেন তা প্রকৃতই অভূতপূর্ব। মহাকর্ষীয় তরঙ্গের প্রথম আবিষ্কার পদার্থবিদ্যার অত্যন্ত সাম্মানিক কিছু পুরস্কারে পুরস্কৃত। এর মধ্যে স্পেশাল ব্রেকথ্রু প্রাইজ ইন ফান্ডামেন্টাল ফিজিক্স (Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics), গ্রাবর (Gruber) প্রাইজ, কাভলি (Kavli) প্রাইজ, শঅ (Shaw) প্রাইজ উল্লেখ্য। ব্রহ্মান্ড পর্যবেক্ষণের এক নতুন জানালা খোলার এই উদ্যম জনগণের নিরবচ্ছিন্ন সহযোগিতা ছাড়া সম্ভব ছিলনা।

একটি আন্তর্জাতিক বৈজ্ঞানিক সহযোগিতা

লাইগো পর্যবেক্ষণাগারগুলি মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ন্যাশনাল সাইন্স ফাউন্ডেশন (এন্ এন্স এফ) দ্বারা পোষিত, ক্যালটেক ও এম্ আই টি দ্বারা পরিকল্পিত, নির্মিত ও পরিচালিত। দুটি লাইগো ডিটেক্টরের সংগৃহীত তথ্য পর্যালোচনা করে "লাইগো সাইন্টিফিক কোল্যাবরেশন" (এবং অন্তর্গত জিও (GEO) কোল্যাবরেশন ও অস্ট্রেলিয়ান কনসোর্টিয়াম ফর ইন্টারফেরোমেট্রিক গ্র্যাভিটেশনাল অ্যাস্ট্রনমি) ও "ভারগো" কোল্যাবরেশনের বিজ্ঞানীরা এই আবিষ্কার করতে সক্ষম হয়েছেন। তাঁদের এই গবেষণার বিস্তারিত বিবরণ প্রকাশিত হবে ফিসিকাল রিভিউ লেটার্স জার্নালে।

অ্যাডভান্সড লাইগোর পরবর্তী পর্যবেক্ষণ শুরু হবে এই বছরের শরৎ। ততদিনে লাইগোর সংবেদনশীলতার অনেকটা উন্নত হবে, এতে লাইগো ব্রহ্মান্ডের যে পরিমাণ জায়গা পর্যবেক্ষণ করতে পারে তার আয়তন দেড় অথবা দু গুন বৃদ্ধি পাবে। ভারগো ডিটেক্টর লাইগোর আগামী অবসারণা রানের শেষার্ধে কাজ করা শুরু করবে বলে আশা করা হচ্ছে।

লাইগো সংক্রান্ত বৈজ্ঞানিক গবেষণা সম্পন্ন করে লাইগো সায়েন্সিফিক কোল্যাবোরেশন (এল্‌ এস্‌ সি) যাতে আছেন মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ও অন্য ১৪ টি দেশের সহস্রাধিক বৈজ্ঞানিক। এল্‌ এস্‌ সির দ্বারা স্বীকৃত ৯০ টির ও বেশী বিশ্ববিদ্যালয় ও গবেষণা প্রতিষ্ঠান ডিটেক্টর প্রযুক্তি ও ডেটা অ্যানালিসিসে যুক্ত; প্রায় ২৫০ ছাত্র-ছাত্রী এই কোল্যাবোরেশনের মুখ্য অংশদাতা। এল্‌ এস্‌ সি ডিটেক্টর নেটওয়ার্কের অন্তর্ভুক্ত দুটি লাইগো ইন্টারফেরোমিটার ও জিও৬০০ (GEO600) ডিটেক্টর।

ভার্গোর গবেষণা ভার্গো সাইন্সিফিক কোল্যাবোরেশন করে থাকে। ইউরোপের অন্তত ২৫০ জন ইঞ্জিনিয়ার ও গবেষকের ১৯টি দল এর অন্তর্ভুক্ত। এই ১৯টির দলের মধ্যে ফ্রান্সের সন্স নাসিওনাল দ্য ল্য রেশার্শ সিয়ন্সিফিক (CNRS) থেকে ৬ টি, ইতালির ইন্সটিতুতো নাৎসিওনালে দি ফিসিকা নুল্লিয়ারে (INFN) থেকে ৮ টি, নেদারল্যান্ডের নিখফ থেকে ২টি এবং হাঙ্গেরির উইগনার আর সি পি ও পোল্যান্ডের POLGRAW থেকে একটি করে। এ ছাড়া ইতালির পিসার কাছে অবস্থিত ভার্গো ডিটেক্টরের পরিচালক ইউরোপিয়ান গ্রাভিটেশনাল অবসারণা (EGO) ভার্গো সাইন্সিফিক কোল্যাবোরেশনের সদস্য।

উক্ত তহবিল সংস্থা গুলি ছাড়া, ভারতীয় গবেষকরা, যারা এই আবিষ্কারের সঙ্গে যুক্ত, তাদের আর্থিক সহযোগিতায় আছে কাউন্সিল অফ সাইন্সিফিক এন্ড ইন্ডাস্ট্রিয়াল রিসার্চ (CSIR), ডিপার্টমেন্ট অফ সাইন্স এন্ড টেকনোলজি (DST), সাইন্স এন্ড ইঞ্জিনিয়ারিং রিসার্চ বোর্ড (SERB), মিনিষ্ট্রি অফ হিউম্যান রিসোর্স ডেভেলপমেন্ট (MHRD), ডিপার্টমেন্ট অফ অ্যাটমিক এনার্জি (DAE) এবং ইউনিভার্সিটি গ্রান্ট কমিশন (UGC)। অনেক ভারতীয় গবেষক আয়ুকা (IUCAA) ও আই সি টি এস (ICTS) এর হাই পারফরমেন্স কম্পিউটিং ফেসিলিটির ব্যবহার করে থাকেন।

Contact persons

- IndIGO Expert (Source Modelling): Bala Iyer (bala.iyer@icts.res.in)
- IndIGO Expert (Data Analysis): Sanjeev Dhurandhar (sanjeev@iucaa.in)
- CMI: K.G. Arun (kgarun@cmi.ac.in)
- ICTS: P. Ajith (ajith@icts.res.in)
- IISER-Kolkata: Rajesh Nayak (rajesh@iiserkol.ac.in)
- IISER-Tvm: Archana Pai (archana@iisertvm.ac.in)
- IIT-Gn: Anand Sengupta (asengupta@iitgn.ac.in)
- IUCAA: Sanjit Mitra (sanjit@iucaa.in)
- TIFR: A.Gopakumar (gopu@tifr.res.in)
- LIGO-India: IPR: Ziauddin Khan (ziauddin@ipr.res.in)
- LIGO-India: IUCAA: Tarun Souradeep (tarun@iucaa.in)
- LIGO-India: RRCAT: Sendhil Raja (sendhil@rrcat.gov.in)

Translator:

Anirban Ain (ainz@iucaa.in)