

गुरुत्वलहरी: एकच घटना, दोन लक्षणीय शोध!

(an IUCAA Press release)



16.10.2017

1. गुरुत्वलहरींच्या माध्यमातून विलीनीकरण होणाऱ्या दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांचा पहिल्यांदाच शोध
2. बहुमाध्यमिक खगोलशास्त्र संशोधनात गुरुत्वलहरींचे पदार्पण

१७ ऑगस्ट २०१७ हा दिवस खगोलशास्त्रकारिता फारच नाट्यमय आणि लक्षवेधी ठरला. दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांची धडक होऊन उत्पन्न झालेल्या गुरुत्वलहरी लायगो (LIGO) आणि व्हर्गो (VIRGO) वेधशाळांनी या दिवशी टिपल्या. अशी ही गुरुत्वलहरींच्या माध्यमातून टिपली गेलेली ही दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांची पहिलीवहिली धडक! तसेच ही घटना आपल्यापासून फक्त १३ कोटी प्रकाशवर्ष दूर घडल्यामुळे, हे गुरुत्वलहरींचे आतापर्यंतचे सर्वात ठळक निरीक्षण आहे. तसेच जगभर पसरलेल्या अनेकविध दुर्बिणीही या ताऱ्यांची धडकेचे विविध तरंगलांबीच्या प्रकाशातही निरीक्षण व अभ्यास केला आहे. आधुनिक गुरुत्वलहरी निरीक्षण वेधशाळांच्या यशस्वी वाटचालीतील हा एक फार महत्वाचा टप्पा आहे.

मोठ्या ताऱ्याच्या विस्फोटक मृत्यूतून (supernova) शिल्लक गाभा म्हणजे न्यूट्रॉन तारा. हे न्यूट्रॉन तारे आकाराने लहान आणि सर्वाधिक घनतेचे असतात. सूर्याच्या जवळजवळ दीड पट वस्तुमानाच्या न्यूट्रॉन ताऱ्याचा व्यास अंदाजे २ किमी असतो. म्हणजे एका छोट्या चमचाभर अशा न्यूट्रॉन ताऱ्याच्या तुकड्याचे वस्तुमान अखल्या सह्याद्री पर्वत, पश्चिम घाट यापेक्षाही अधिक भरेल. या धडकेतील न्यूट्रॉन ताऱ्यांचे वस्तुमान सूर्याच्या १.१ पट ते १.६ पट असल्याचे शास्त्रज्ञांचे अनुमान आहे. एकमेकांभोवती फिरत, जवळ येत, आणि अखेर विलीन होण्याच्या प्रक्रियेचा अखेरचा साधारण १०० सेकंदांचा या दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांचा प्रवास शास्त्रज्ञांना गुरुत्वलहरींच्या माध्यमातून टिपता आला. या ताऱ्यांच्या जडणघडणासंबंधी अतिशय महत्त्वपूर्ण धागेदोरे यातून हाती लागतील.

प्रकाशाकडे वाटचाल

या टकरीमुळे घडलेल्या विस्फोटातून गॅमा किरणांचा झगझगाट बाहेर पडला. हा गॅमा किरणांचा विस्फोट विविध उपग्रहस्थित टेलिस्कोप्सनी गुरुत्वलहरींच्या निरीक्षणानंतर केवळ २ सेकंदांच्या फरकाने टिपला. यामुळे अशाप्रकारचे गॅमा रे विस्फोट (Short Gamma Ray Burst: sGRB) हे अशा दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांच्या टकरीमुळे दिसतात या अनेक वर्षे जुन्या सिद्धांताला पुष्टी मिळाली आहे. तसेच १३ कोटी प्रकाशवर्ष दूर झालेल्या टकरीतून निघालेल्या गुरुत्वलहरी आणि गॅमा किरण यांची आपण जवळजवळ एकाच वेळी नोंद केल्याने, गुरुत्वलहरी या निर्वात पोकळीत प्रकाशाच्या वेगाने प्रवास करतात या आईन्स्टाईन यांच्या भाकिताला भक्कम पुरावा मिळाला

आहे. तसेच या गॅमा आणि गुरुत्वलहरींच्या एकत्रित निरीक्षणातून ह्या त्र्यांची जडणघडण आपल्याला कळू शकेल. तसेच या गॅमा आणि गुरुत्वलहरींच्या एकत्रित निरीक्षणातून आपल्या विश्वाचे प्रसारण मोजण्याचा एक नवा व स्वतंत्र मार्ग उपलब्ध झाला आहे.

खजिन्याचा शोध

गुरुत्वलहरींच्या आणि गॅमा विस्फोटाच्या प्राथमिक निरीक्षणानंतर खगोल शास्त्रज्ञांनी या टकरीची आकाशातील दिशानिश्चिती केली. नंतर या घटनेचा विविध विद्युतचुंबकीय (गॅमा, क्ष-किरण, अल्ट्राव्हायोलेट, दृश्य-प्रकाश, इंफ्रारेड, रेडियो) टेलिस्कोप्सच्या साहाय्याने पाठपुरावा करून अधिक अभ्यास केला. या अभ्यासातून आता हे सिद्ध झाले आहे की कमीत कमी काही गॅमा विस्फोटांना अशा दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांची धडक कारणीभूत आहे. याच अभ्यासात नवीन जड-मूलद्रव्य निर्मितीचे पुरावेही मिळाले आहेत. यातून या अशा अवकाशीय टकरी महणज लोखंडापेक्षा जड मूलद्रव्ये निर्मितीचे नैसर्गिक कारखानेच याला पुष्टी मिळाली आहे. यामधे सोने, प्लॅटिनम ह्या मूलद्रव्यांचाही समावेश आहे.

भारतीयांचा सहभाग

भारतीय संशोधकांनी गुरुत्वलहरींच्या संशोधनात गेली ३० वर्षे फार महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे. यात गुरुत्वाकर्षण तरंगांच्या शोधयंत्राशी होणाऱ्या प्रतिक्रियेचे आकलन, जमिनीवरील हालचालींचा शोधयंत्रावर होणारा परिणाम, गुरुत्वाकर्षणीय तरंगांच्या शोधासाठी डेटा विश्लेषण पद्धतींचा शोध, भ्रमण कक्षेच्या उत्केंद्रतेच्या मर्यादांचा शोध आणि प्रभाव, गुरुत्वाकर्षणीय लहरी उत्पन्न करणाऱ्या स्रोताच्या वस्तुमान, परिभ्रमण-गती, त्यातून तसेच टक्करीच्या वेळी उत्सर्जित झालेली उर्जा व शक्ती इत्यादी गुणधर्मांचा अभ्यास, नोंदलेल्या लहरी आणि आईन्स्टाईनचे भाकीत याचा पडताळा घेणे तसेच विविध दुर्बिण वापरून त्याच टक्करीच्या वेळी उत्सर्जित विद्युतचुंबकीय लहरींचा माग घेणे तसेच अभ्यास करणे या बाबींचा समावेश होतो. यातील काही कामासाठी आयुका, पुणे आणि ICTS-TIFR, बंगलोर येथील महासंगणकांचा वापर करण्यात आला. हा शोध प्रकाशित केला जाणाऱ्या शोधप्रबंधाचे सहलेखक म्हणून १३ वेगवेगळ्या भारतीय संशोधन संस्थांमध्ये कार्यरत ४० संशोधकांचा सहभाग आहे. या व्यतिरिक्त भारतातील अनेक दुर्बिणींचा विद्युतचुंबकीय माध्यमातील अभ्यासाकरिता उपयोग करण्यात आला. यात अँस्ट्रोसॅट, GMRT, हिमालयन चंद्रा टेलिस्कोप (HCT) यांचा समावेश आहे. CZTI या अँस्ट्रोसॅट वरील उपाकरणाचा वापर या गॅमा विस्फोटाची दिशा निश्चितीकरिता करण्यात आला. HCT या दुर्बिणींचा वापर न्यूट्रिनो संशोधनातून ठरवण्यात आलेल्या आकाशातील भागाच्या प्रतिमा घेण्याकरिता करण्यात आला. यातून हे न्यूट्रिनो आणि ही दोन न्यूट्रॉन ताऱ्यांची टक्कर याचा काही संबंध नाही हा महत्त्वाचा निष्कर्ष काढण्यास मदत झाली. GMRT या रेडिओ टेलिस्कोपच्या वापरातून या टकरीतून

निर्माण होणारे जेट (फवारे) आणि बाकीच्या रेडिओ तरंग लांबीतील बाहेर पडणारा प्रकाश याचा अभ्यास करण्यात आला.

लायगो (LSC) मध्ये भारतातील वेगवेगळ्या संशोधन संस्थांमध्ये कार्यरत असलेले संशोधक समाविष्ट आहेत. त्या संस्था पुढीलप्रमाणे - CMI, चेन्नई; ICTS-TIFR, बंगलोर; IISER(आयसर)-कोलकाता; IISER-त्रिवेंद्रम; IIT मुंबई; IIT गांधीनगर; IIT हैद्राबाद; IIT मद्रास; IPR, गांधीनगर; आयुका(IUCAA), पुणे; RRCAT, इंदोर; आणि TIFR, मुंबई; UAIR, गांधीनगर. या व्यतिरिक्त या शोधात IISER, पुणे; IIT, मुंबई; आयुका(IUCAA), पुणे; TIFR, मुंबई; PRL, अहमदाबाद; IIT, हैद्राबाद; IIA, बंगलोर; NCRA-TIFR, पुणे; ARIES, नैनिताल; IIST, त्रिवेंद्रम येथील विविध खगोलशास्त्रज्ञांनी विविध टेलिस्कोप वापरून सहभाग घेतला.

सध्या नियोजित लायगो-इंडिया (LIGO-India) प्रकल्प उदया लाईगो शोधयंत्रांचे नेटवर्क (जाळे) यात सहभागी होऊन अशा गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या स्रोताची दिशा अधिक अचूकतेने निश्चित करण्यात मोलाची भूमिका पार पार पाडू शकेल. यामुळे खगोलशास्त्रज्ञ अधिक उत्तम प्रकारे अशा विस्फोटांचा मागोवा इतर टेलिस्कोप वापरून अधिक परिपूर्ण प्रकारे, अगदी सुरुवातीपासून घेऊ शकतील. लायगो-इंडिया प्रकल्पाला अनुदान भारताच्या अणुऊर्जा विभाग (DAE) आणि विज्ञान आणि तंत्रज्ञान विभाग (DST) यांच्याकडून मिळते.

या शोधाचा इतिवृत्तांत 'फिजिकल रिव्ह्यू लेटर्स' ('Physical Review Letters') या नियतकालिकात आज प्रसिद्ध झालेल्या शोधनिबंधामध्ये देण्यात आला आहे. यासंबंधित बाकीचे शोधनिबंध विविध नियतकालिकात प्रसिद्ध होतील. याबाबतची काही अधिक माहिती पुढील ठिकाणी उपलब्ध आहे:

www.gw-indigo.org/news/gw170817

आयुकाचे योगदान

आयुकातील संशोधकांनी गुरुत्वलहरींच्या संशोधनात गेली ३० वर्षे फार महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे. आयुकातील ११ सदस्य हे लायगो-व्हर्गोचे संशोधन सांगणाऱ्या शोधप्रबंधाचे सहलेखक आहेत. हे लेखक पुढीलप्रमाणे: अनिर्बाण आईन, सुकांत बोस, संजीव धुरंधर, भूषण गद्रे, शरद गावकर, संजीत मित्रा, निखिल मुकुंद, अभिषेक परिदा, जयंती प्रसाद, तरुण सौरदीप आणि जिष्णू सुरेश. हे सर्वजण लायगो आंतरराष्ट्रीय संघटनांचे सदस्य असून या संशोधनात सहभागी आहेत. गुरुत्वाकर्षण तरंगांच्या शोधयंत्राशी होणाऱ्या प्रतिक्रियेचे आकलन, जमिनीवरील हालचालींचा शोधयंत्रावर होणारा परिणाम, गुरुत्वाकर्षणीय तरंगांच्या शोधासाठी डेटा विश्लेषण पद्धतींचा शोध, न्यूट्रॉन ताऱ्याच्या विविध गुणधर्मांचा अभ्यास इत्यादी बाबतीत त्यांनी मोलाचे काम केले आहे.

या विस्फोटाचे विद्युतचुंबकीय दुर्बिणींच्या साहाय्याने निरीक्षण करण्यामध्ये आयुकाच्या शास्त्रज्ञांनी अत्यंत महत्वाची भूमिका बजावली आहे. यामध्ये दीपंकार भट्टाचार्य, जावेद राणा, गुलाब दिवंगण, अजय विभुते आणि रूपक राँय यांचा समावेश आहे. CZTA या अँस्ट्रोसॅट वरील दुर्बिणीचा वापर या गॅमा विस्फोटाची दिशा निश्चितीकरिता करण्यात आला. अँस्ट्रोसॅट हा अनेक दुर्बिणी असलेला उपग्रह इसरोने २०१५ मध्ये प्रक्षेपित केला. या व्यतिरिक्त जावेद राणा यांनी न्यू मॅक्सिको मधील VLA (Very Large Array) या रेडियो दुर्बिणीचा वापर करून या विस्फोटाचा अभ्यास केला. तसेच राँय यांनी चिली येथील एपेस्टो (extended-Public ESO Spectroscopic Survey for Transient Objects: ePESSTO) या सर्वेचा वापर करून याच्या विद्युतचुंबकीय मागोवा घेण्याचे काम केले.

लायगो हे आंतरराष्ट्रीय संघटन असून यामध्ये जगभरातील १२००हून अधिक संशोधक याचे सदस्य आहेत. अमेरिकेच्या National Science Foundation या संस्थेकडून Advanced LIGO प्रकल्पाला सर्वाधिक आर्थिक अनुदान मिळते. जर्मनी (माक्स प्लांक संस्था), युनायटेड किंगडम (STFC: सायन्स आणि टेक्नोलोजी फासिलीटिस कौन्सिल) आणि ऑस्ट्रेलिया (ऑस्ट्रेलियन रिसर्च कौन्सिल) यांनीही ह्या प्रकल्पाची बरीच आर्थिक जबाबदारी स्वीकारली आहे. Advanced LIGO ला अधिक संवदनशील बनवण्यासाठी वापरलेले आधुनिक, प्रगत आणि नाविन्यपूर्ण तंत्रज्ञान जर्मनी-युनायटेड किंगडमच्या GEO collaboration मध्ये चाचणीकरता वापरले गेले.

गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या संशोधनाकरिता Virgo collaboration (उच्चारण : व्हर्गो संघटन) "Virgo" या LIGO सारख्याच उपकरणाचा वापर करते आणि ते लायगोचे भागीदार आहेत. ह्यात विविध २० संशोधन समूहातील २८० हून अधिक भौतिकशास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांचा समावेश आहे. हे संशोधन सेंटर नेशनल दे ला रीशर्षे सायंटिफिक (CNRS), इटलीतील इन्स्टितुतो नाझनाले दि फिझिका न्युक्लीअरे (INFN), निखेफ(Nikhef)-नेदरलॅण्ड आणि Virgo उपकरणाचे नियंत्रण करणारी इटली जवळील पिसा येथील युरोपियन गुरुत्वाकर्षण वेधशाळा (European Gravitational Observatory) (EGO) यांच्या आर्थिक मदतीने चालते. इतर भागीदार आणि अधिक माहितीसाठी: <http://ligo.org/partners.php>.

लायगो-व्हर्गो संघटन

Contact Persons :

Prof. Sukanta Bose <sukanta@iucaa.in>

Tel. +91 98198 63224

Prof. Dipankar Bhattacharya <dipankar@iucaa.in>

Tel. +91 99236 97158

Prof. Sanjit Mitra <sanjit@iucaa.in> ,

Tel. +91 82750 67686

LIGO-India spokesperson:

Prof. Tarun Souradeep <tarun@iucaa.in>, Tel. +91 94226 44463

अधिक माहिती साठी :

- <http://www.gw.iucaa.in/news/gw170817/> (Will be public at 7:30PM IST on Oct 16, 2017)
- <http://www.gw.iucaa.in/outreach/>
- <http://www.gw.iucaa.in/ligo-india/>
- <http://astrosat.iucaa.in/>