

**आईन्स्टाईनचे १०० वर्ष जुने स्वप्न साकार / आईन्स्टाईनच्या १०० वर्ष जुन्या भाकीताचा अखेर पडताळा
LIGO उपकरणांनी पहिल्यांदाच ऐकला गुरुत्वाकर्षण लहरींचा आवाज
लाईगो उपकरणांनी ऐकली दोन कृष्णविवरांची प्रचंड टक्कर, विश्वाच्या अभ्यासाकरिता खुले केले नवे दालन
आयुकाच्या भौतिकशास्त्रज्ञांचे या शोधाकरिता मुलभूत योगदान**

शास्त्रज्ञांनी, पहिल्यांदाच, दूर अंतराळातून आलेल्या गुरुत्वाकर्षण तरंगांचे निरीक्षण केले. गुरुत्वाकर्षण तरंग म्हणजे जणू स्थळकाळाचा तरल, मंदसा नाद! या शोधामुळे अल्बर्ट आईन्स्टाईन यांनी १९१५ साली प्रतिपादन केलेल्या व्यापक सापेक्षतावादाच्या सिद्धांताला एक भक्कम दुजोरा मिळाला आहे आणि विश्वाचा अजून एक नवाच आयाम आपल्यासाठी खुला झाला आहे.

गुरुत्वाकर्षण तरंगांद्वारे अशी बरीच माहिती मिळू शकते जी एरवी प्रकाशाच्या संपूर्ण वर्णपटाच्या(स्पेक्ट्रमच्या) अभ्यासानेही मिळविणे शक्य नसते. संशोधकांनी अभ्यासांती असा निष्कर्ष काढला आहे की हे गुरुत्वाकर्षणीय तरंग दोन कृष्णविवरांच्या विलक्षण टक्करीपूर्वीपासून ते नव्या, मोठ्या कृष्णविवराच्या निर्मितीपर्यंतच्या प्रवासाची माहिती देतात. अशा टक्करींचे भाकीत जरी संशोधकांनी पूर्वीच केले असले तरी अशा कुठल्याच कृष्णविवरांचे निरीक्षण या आधी नोंदविले गेले नव्हते.

अमेरिकेतील लुईझियाना प्रांतातील लिविंगस्टन (Livingston, Louisiana) आणि वॉशिंग्टन मधील हान्फोर्ड (Hanford, Washington) येथे असलेल्या LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory, उच्चारण : लाईगो) या जुळ्या उपकरणांनी १४ सप्टेंबर २०१५ रोजी, दुपारी ३ वा २० मि. (भारतीय वेळेनुसार) (९ वा. ५१ मि. UTC) गुरुत्वाकर्षण तरंगांचा शोध लावला. ही LIGO उपकरणे अमेरिकेतील NSF (National Science Foundation) च्या अनुदानातून उभारली व चालविली जातात. हे काम Caltech आणि MIT येथील प्रस्थापित संस्थांकडून केले जाते. हे संशोधन Physical Review Letters ह्या संशोधकीय शोधनिबंध प्रकाशित करणाऱ्या नियतकालिकामधे प्रकाशित होणार असून ह्या शोधात LIGO Scientific Collaboration (LSC, लाइगोचे वैज्ञानिक संघटन) (GEO Collaboration, Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy समावेशित) आणि Virgo Collaboration ह्यांचा समावेश आहे.

आयुका (IUCAA), पुणे येथे चालणारे गुरुत्वाकर्षण लहरींचे संशोधन

या गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या शोधामध्ये आयुका (Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), पुणे) येथील भौतिकशास्त्रज्ञांनी अतिशय महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे. यामध्ये प्रा. सुकांत बोस, प्रा. संजीव धुरंधर (इमिरीटस, सन्मान्य-निवृत्त), प्रा. संजीत मित्रा, प्रा. तरुण सौरदीप तसेच पोस्टडोक डॉ. अनुराधा गुप्ता आणि पीएचडी चे विद्यार्थी अनिर्बाण आइन, भूषण गद्रे, निखील मुकुंद व अस्थायी शास्त्रज्ञ जयंती प्रसाद आणि शरद गांवकर यांचा समावेश आहे. हे सर्वजण LSC (LIGO Scientific Collaboration) चे सदस्य आहेत.

आयुकाचे संचालक प्रा. सोमक रायचौधारी यांनी या शोधाचे वर्णन विलक्षण असे केले. त्यावेळी ते म्हणाले, “स्थापनेपासूनच, गेली २५ वर्षे, आयुकाने गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या संशोधन समूहाच्या उभारणीत मध्यवर्ती भूमिका बजावली आहे. हे सांगताना मला आनंद होतो आहे की माझ्या सहकाऱ्यांनी या संशोधनामध्ये न केवळ विविधप्रकारे महत्त्वपूर्ण योगदान दिले तर भारतातील LSCच्या इतर सदस्यांना लक्षणीय योगदान देणे सुलभ केले.” या प्रयत्नांमध्ये प्रा. (सन्मान्य-निवृत्त) धुरंधर हे कायम अग्रभागी राहिले असून यांनी या सूक्ष्म तरंगांच्या शोधासाठी आवश्यक डेटा विश्लेषण प्रणाली शोधून त्यावर मुलभूत काम केले आहे. आयुकाचे माजी संचालक प्रा. (सन्मान्य-निवृत्त) अजित केंभावी यात भर घालताना म्हणाले, “मला अतिशय समाधान वाटते कि इंडिगो (IndIGO : Indian Initiative in Gravitational wave Observations) या भारतातील शास्त्रज्ञांच्या समूहाचे

अगदी सुवातीपासून, ऑगस्ट २००९ पासून, जतन आणि संवर्धन आयुकाने केले. आता या समूहाच्या सदस्यांनी आम्हाला अभिमानास्पद कामगिरी केली आहे.” सध्या सामंजस्य करारानुसार आयुका इंडिगोला संसाधने पुरविण्याचे काम करते. आयुकाच्या या शोधतील सहभागाला अनेकविध पैलू आहेत. याच्याशी निगडित बहुतेक सर्व शाखांमधील संशोधनाला आयुकाने हातभार लावला आहे. अतिसूक्ष्म, क्षणभंगूर म्हणून शोधण्यास अवघड अशा गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या डेटामधील शोधाची मूळ कल्पना प्रा. धुरंधर आणि त्यांचे सहकारी बी. सत्यप्रकाश (सध्या कॅडॅफ येथे कार्यरत) यांनी १९९१ साली आयुकामधेच असताना मांडली. ह्या मॅज्ज फिल्टर पद्धतीमध्ये आईन्स्टाईनच्या सिद्धांतानुसार कृष्णविवरांच्या जोडगोळ्यापासून अपेक्षित असणारे गुरुत्वाकर्षण लहरींचे आकृतीबंध शोधयंत्रातून नोंदल्या गेलेल्या डेटाशी ताडून पहिले जातात.

यानंतर विविध शोधयंत्रात एकाच वेळी मिळालेल्या लहरी एकाचे खगोलीय स्रोतापासून उत्पन्न झाल्या आहेत हे निश्चित करण्याकरिता त्यांची सुसंगतता चाचणी केली जाते. या सुसंगतता चाचणीची सैद्धांतिक मांडणी बोस आणि धुरंधर यांनी अर्चना पै (सध्या IISER, त्रिवेन्द्रम येथे कार्यरत) यांच्यासमवेत केली आहे. अलीकडेच या जोडगोळीने मित्रा, गुप्ता आणि मुकुन्द यांच्या साथीने शोधयंत्राने नोंदलेल्या खऱ्या गुरुत्वाकर्षण लहरी आणि शोधयंत्राने टिपलेली, या लहरींसारखीच वाटणारी जमिनीची हालचाल ह्या गोष्टीचा निवडा करण्याकरिता आवश्यक असा महत्त्वपूर्ण अभ्यास केला. ह्यासाठी आयुकाच्या डेटा सेंटरमधील महासंगणकाचा उपयोग केला गेला.

२००० पासून LSCचे सदस्य असणाऱ्या बोस यांनी आठवण सांगितली - “१९९१ साली गुरुत्वाकर्षण लहरींचा थेट शोध अशक्यप्राय वाटत असे. १९९७ साली अमेरिकेत २ LIGO उपकरणे बंदण्याकरिता आर्थिक अनुदान मिळाले आणि या लहरींच्या शोधला अचानक चालना मिळाली. त्याकाळी या नुकत्याचा येऊ घातलेल्या क्षेत्रात काम करताना प्रचंड आशावाद अत्यंत जरूरी होता.” धुरंधर याला दुजोरा देताना म्हणाले, “या अवाढव्य कामाचे, ज्यामध्ये आयुकाचे लक्षणीय योगदान आहे, त्याचे फळ म्हणून लागलेला हा शोध विलक्षण आहे.”

सध्या नोंदलेल्या गुरुत्वाकर्षण लहरीं दोन कृष्णविवरांच्या टक्करीमुळे निर्माण झाल्या असल्याकारणाने, या टक्करीचे विद्युताचुम्बाकीय संकेत मिळणे दुरापास्त आहे. पण अशा टक्करीमध्ये एक व दोनही न्युट्रोन तारे असल्यास यातून निर्माण विद्युताचुम्बाकीय किरणांचे निरीक्षण करणे शक्य आहे. १४ सप्टेंबर २०१५ रोजी LIGO उपकरणांनी गुरुत्वाकर्षणीय लहरींची नोंद केल्याचे कळताच आयुकातील खगोलशास्त्रज्ञांनी वरुण भालेराव, जावेद राणा आणि अक्षत सिंघल यांच्या नेतृत्वाखाली, त्यांच्या आंतरराष्ट्रीय सहकाऱ्यांच्या, या टक्करीचे विद्युताचुम्बाकीय संकेत शोधण्याचा प्रयत्न सामील झाले. सध्या आयुका अशा विद्युताचुम्बाकीय संकेतांचा शोध आणि अभ्यासाकरिता विविध राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय संस्थांच्या मदतीने एका सहकारी यंत्रणाची उभारणी करत आहे. कारण या प्रलयकारी टक्करींचा दोन्हीही प्रकारच्या एकत्र निरीक्षणातून केलेला अभ्यास आपल्याला खूप नवीन माहिती देऊन जाईल जी अन्यथा मिळणे अशक्य आहे.

इंडिगोचे प्रवक्ते प्रा. तरुण सौरदीप म्हणाले, “ म्हणूनच आपल्याला अमेरिकेतील दोन लईगो उपकरणांपासून शक्य तितक्या दूर अजून एका लईगो शोधयंत्राची गरज आहे. अशाच ३ अथवा अधिक लईगो शोधयंत्रांचे नेटवर्क (जाळे) अशा गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या स्रोताची दिशा अधिक अचूकतेने निश्चित करण्यात मोलाची भूमिका पार पार पाडू शकेल.” टेलीस्कोप वापरून आकाशाच्या लहान भाग पटकन निरीक्षण करणे तसे सोपे असल्याने तिसरे शोधयंत्र ‘गुरुत्वाकर्षण लहरींच्या माधमातून खगोलशास्त्राच्या संशोधन’ या नव्याने उदयाला आलेल्या क्षेत्रासाठी फारच मोलाचे असेल.

आंतरराष्ट्रीय सहकार्य संघटन

१९८० साली जगत्प्रसिद्ध संशोधक राय्नेर वाइस (भौतिकीचे प्राध्यापक, एमेरिटूस, MIT), किप थोर्न (कॅलटेक चे रिचर्ड फ्रेड्मन सैन्धान्तिक भौतिकी प्राध्यापक, एमेरिटूस आणि रोनाल्ड ड्रेवर, भौतिकी प्राध्यापक, एमेरिटूस, Caltech) यांनी गुरुत्वाकर्षण तरंग शोधण्यासाठी LIGO प्रकल्पाची कल्पना मांडली.

LIGO Scientific Collaboration (LSC) मध्ये विविध अमेरिकन विद्यापीठे आणि १४ देशातील मिळून हजारोहून जास्त शास्त्रज्ञ आहेत. LSC तील ९० हून अधिक संस्था तसेच विद्यापीठे उपकरणांसाठीचे आधुनिक तंत्रज्ञान आणि माहिती (डेटा) विश्लेषण तंत्रात पारंगत आहेत. एकंदरीत २५० विद्यार्थ्यांचे LSCसाठी अविरत योगदान सुरु असते.

LSC उपकरणात LIGO आणि GEO600 यांचा समावेश आहे. GEO600 संस्थांमध्ये माक्स प्लांक इन्स्टीट्यूट ऑफ ग्राव्हिटेसनल फिसिक्स (Albert Einstein Institute, AEI), लायबनिट्झ युनिवर्सिटात हानोवर, युनिवर्सिटी ऑफ ग्लासगोव, कार्डीफ युनिवर्सिटी, द युनिवर्सिटी ऑफ बर्मिंगहम व अन्य युनायटेड किंग्डम विद्यापीठे आणि युनिवर्सिटी ऑफ बालेरिक आयलंड, स्पेन ह्यांचा समावेश आहे.

गुरुत्वाकर्षणीय लहरींच्या संशोधनाकरीता Virgo collaboration (उच्चारण : व्हर्गो संघटन) "Virgo" या LIGO सारख्याच उपकरणाचा वापर करते . ह्यात विविध १९ संशोधन समूहातील २५० हून अधिक भौतिकशास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांचा समावेश आहे. हे १९ संशोधन समूह पुढीलप्रमाणे - सेंटर नेशनल दे ला रीशर्षे सायंटिफिक (CNRS), फ्रांस मधील ६, इटलीतील इन्स्टितुतो नाझनाले दि फिझिका न्युकलीअरे (INFN) येथील ८, निखेफ समवेत नैदरलॅण्ड मधील २, हंगेरीतील द विग्नेर RCP ग्रुप तसेच पोलंडमधील द पोलग्राव (POLGRAV) ग्रुप आणि Virgo उपकरणाचे नियंत्रण करणारी इटली जवळील पिसा येथील युरोपियन गुरुत्वाकर्षण वेधशाळा (European Gravitational Observatory) (EGO).

या पूर्वीच्या LIGO उपकरणांमध्ये अनेक नवीन बदल करण्यात आले. ह्यात अतिप्रगत, अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला गेला. या सुधारणांमुळे, नव्या Advanced LIGO उपकरणांची गुरुत्वाकर्षण लहरी शोधण्याची क्षमता दसपटीने वाढली. यामुळेच ब्रह्मांडाचा सुदूर वेध घेणे शक्य झाले. त्यामुळेच निरीक्षणाच्या पहिल्या टप्प्यातच (O1 observational run) गुरुत्वाकर्षणीय तरंगांचा शोध साध्य होऊ शकला. अमेरिकेच्या National Science Foundation या संस्थेकडून Advanced LIGO प्रकल्पाला सर्वाधिक आर्थिक अनुदान मिळते. जर्मनी (माक्स प्लांक संस्था), युनायटेड किंग्डम (सायन्स आणि टेक्नोलोजी फासिलीटिस कौन्सिल (STFC)) आणि ऑस्ट्रेलिया (ऑस्ट्रेलियन रिसर्च कौन्सिल) यांनीही ह्या प्रकल्पाची बरीच आर्थिक जबाबदारी स्वीकारली आहे. Advanced LIGOला अधिक संवदनशील बनण्यासाठी वापरलेल्या बरेच आधुनिक, प्रगत आणि नाविन्यपूर्ण तंत्रज्ञान जर्मनी-युनायटेड किंग्डमच्या GEO collaboration मध्ये चाचणीकरता वापरले गेले. ह्या शोधात प्रामुख्याने AEI-हानोवर (ATLAS महासंगणक समूह), द LIGO लाबोरोटोरी, सिराक्युस युनिवर्सिटी आणि द युनिवर्सिटी ऑफ विस्कॉन्सिन-मिल्वौकी येथील महासंगणकांचा वापर करण्यात आला. द ऑस्ट्रेलियन नेशनल युनिवर्सिटी, द युनिवर्सिटी ऑफ आडेलाइड, द युनिवर्सिटी ऑफ फ्लोरिडा, स्टॅंडफोर्ड युनिवर्सिटी, न्यूयॉर्क शहरातील कोलंबिया युनिवर्सिटी आणि लुइसियाना स्टेट युनिवर्सिटी येथील विद्यापीठांमध्ये उपकरणाच्या प्रमुख घटकांचा आराखडा तयार करून त्यांच्या चाचण्या करण्यात आल्या.

Website: <http://gw.iucaa.in/>

संपर्कासाठी :

१) प्रा. तरुण सौरदीप

tarun@iucaa.in; +91-9422644463

२) प्रा. सुकांत बोस

sukantabose@gmail.com

३) प्रा. संजीत मित्रा

sanjit@iucaa.in; +91-020-25604126