



Upgrades to Current Facilities / Space Technology for the Future session: GWADW 19

The UK-India collaborative efforts - the Newton Bhabha project

Dr. Mariela Masso Reid
SUPA, Institute for Gravitational Research,
University of Glasgow, Glasgow, UK

Members (2017-



Work packages

Five research themes and one management theme have been identified this time.

PI of Project : Hammond (UK) / Raychaudhury (India)

- ❖ WP1: Project management (Hammond, Raychaudhury + representatives from all Institutes)
- ❖ WP2: Data analysis and Modelling (Heng, Andersson, Sutton, Raychaudhury)
- ❖ WP3: Low thermal noise coatings and suspensions (Reid, Hammond, Rajalakshmi, Prabhakar, Raman)
- ❖ WP4: Interferometer modelling & simulation (Daw, Rapol)
- ❖ WP5: Entrepreneurial Activities (Gibson, Raychaudhury, Indian Trade Embassy representatives)
- ❖ WP6: Outreach Activities (Vecchio, Souradeep)

Objectives delivered through research exchanges, industrial engagement, educational initiatives and outreach activities.



UK - India

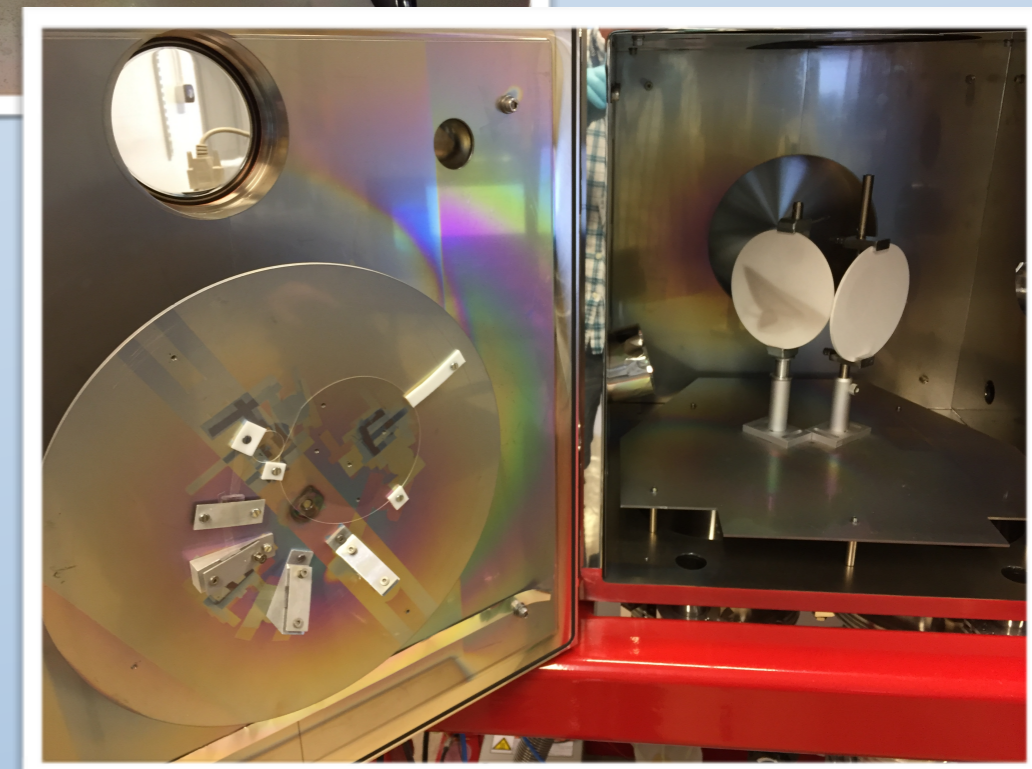
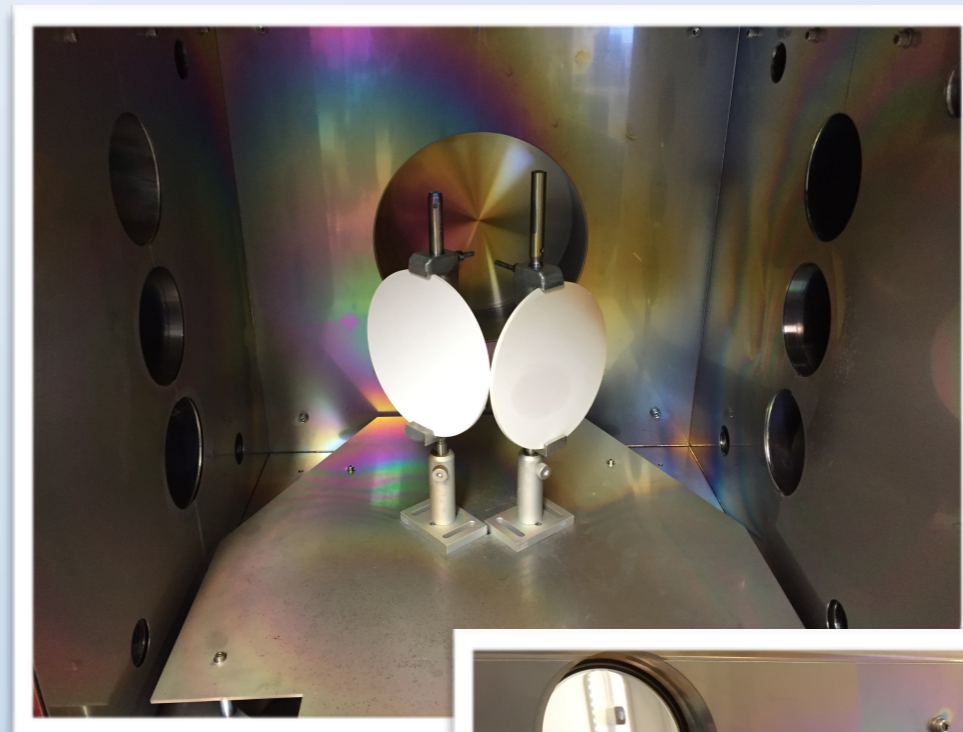
Projects

On-going

Coatings

University of Strathclyde / TIFR Hyderabad / IISER Pune

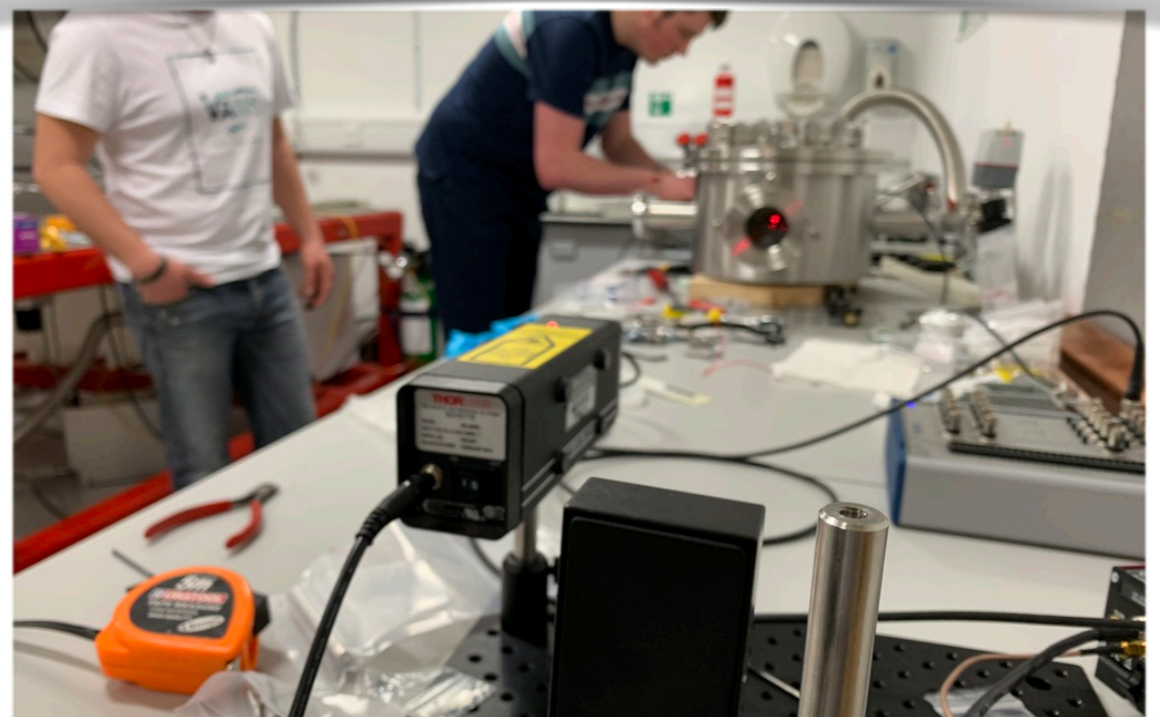
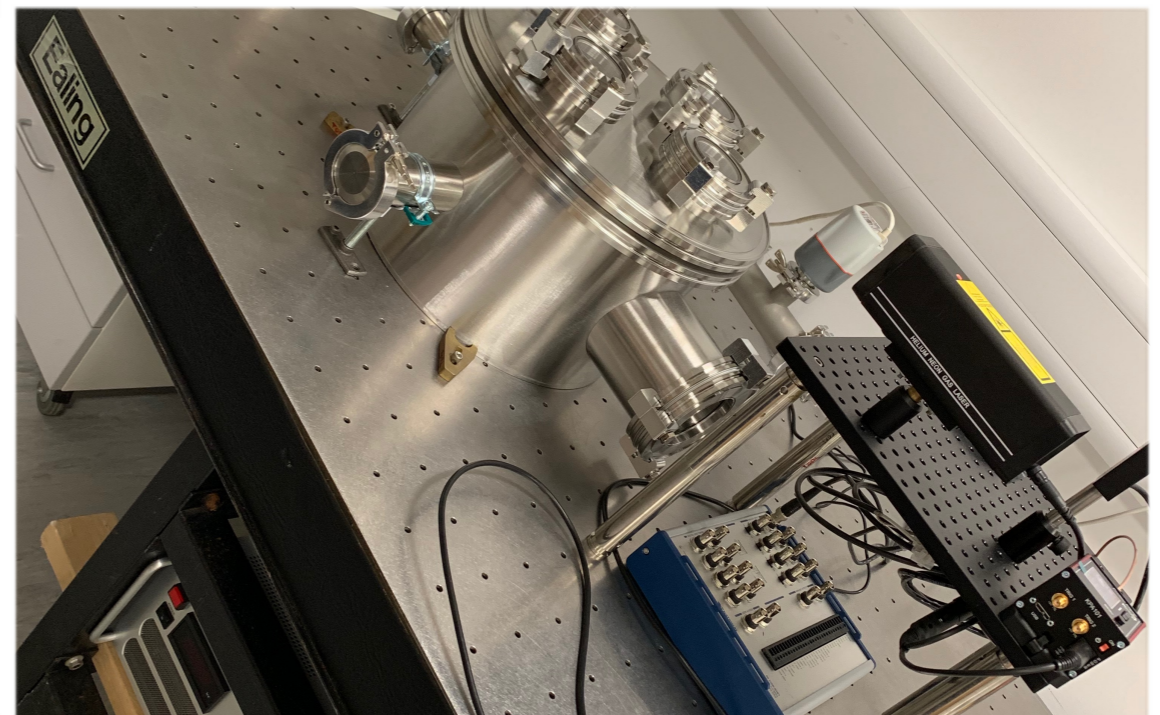
- ❖ Collaboration between Stuart Reid (Strathclyde), Karthik Raman (TIFR Hyderabad) and Umakant Rapol (IISER, Pune)
- ❖ Purchase of target materials, relevant to A+ coating development, for use in Strathclyde ECR ion beam deposition system: SiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , Sc_2O_3 , HfO_2 .



Q measurement tank

University of Strathclyde / TIFR Hyderabad / IISER Pune

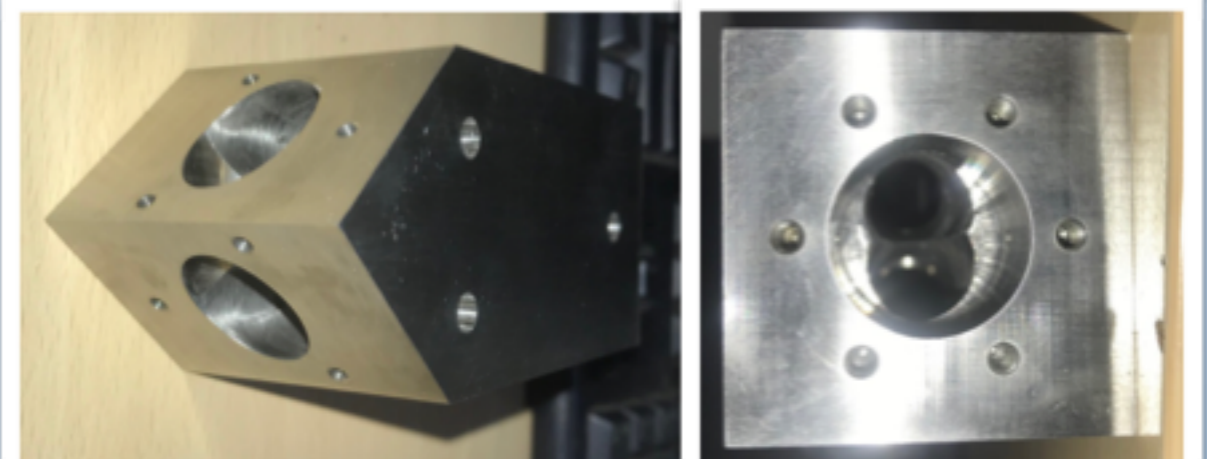
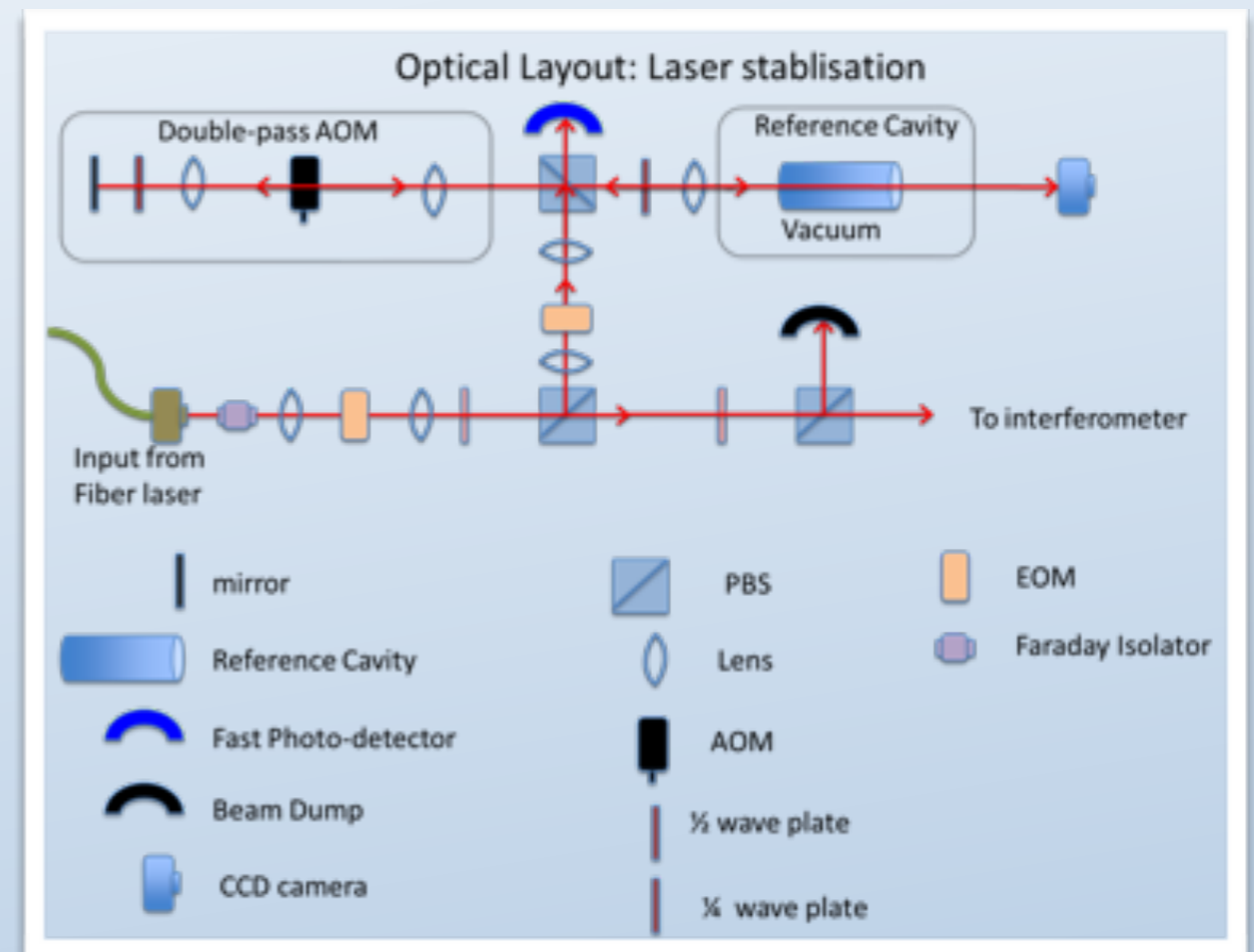
- ❖ Collaboration with Karthik Raman (TIFR Hyderabad) and Umakant Rapol (IISER, Pune)
- ❖ Building of Q measurement systems for coating thermal noise research in India
- ❖ Satyaki Samal from TIFR was involved in the development of Q measurement capabilities for India to support A+ coating development.
- ❖ Q measurement setup under construction in Strathclyde, conceived by Cagnoli/Tait designs, to be shipped to TIFR later in 2019



Laser stabilization

University of Sheffield / IISER Pune

- ❖ Umakant Rapol (IISER) and Ed Daw (Sheffield) have been working on setting up a laser stabilization system for training undergraduate and postgraduate students.
- ❖ The system will comprise of a 1064 nm (~10 mW) fiber coupled laser system that would be stabilized to a triangular optical cavity with moderate finesse. The stabilization system will follow the standard Pound-Drever-Hall stabilization system.
- ❖ The reference cavity is a triangular cavity (Pre mode cleaner, PMC) adapted from the Caltech design (LIGO-E1400332), the cavities are being fabricated in India.
- ❖ Activities are currently on-going to continue setting up the system. Thejas currently in Glasgow will be joining Sheffield for a few weeks to continue the work.
- ❖ Laser stabilization system expected to be delivered to India late 2019.





Visiting students

2018-2019

*University of Strathclyde / University of
Glasgow*

Satyaki Samal

- ❖ TIFR Hyderabad student, visited Strathclyde-Glasgow labs in Sept/Oct 2018 to help develop Q measurement capabilities in India to support A+ coating development.

"I was really amazed to see the laboratories in University of Glasgow and University of Strathclyde where the developments on gravitational wave detectors are being carried out. Working with Prof. Stuart Reid and his group was a great pleasure to me and I have learned a lot about Q-measurement techniques in that one month, which will definitely help us to work on Q-measurements in India."



*University of Glasgow / University of
Sheffield*

Thejas Seetharamu

- ❖ IISER Pune student, currently visiting the University of Glasgow to work on suspensions on pulling and characterizing fibers. He will then be involve in setting up the laser stabilization system in Sheffield.

“Working as a part of LIGO India, I have been quenching my curiosity about the enigmatic nature of the Cosmos. I intend to gain a rich undergrad research experience playing a significant role in shaping me into a good physicist.

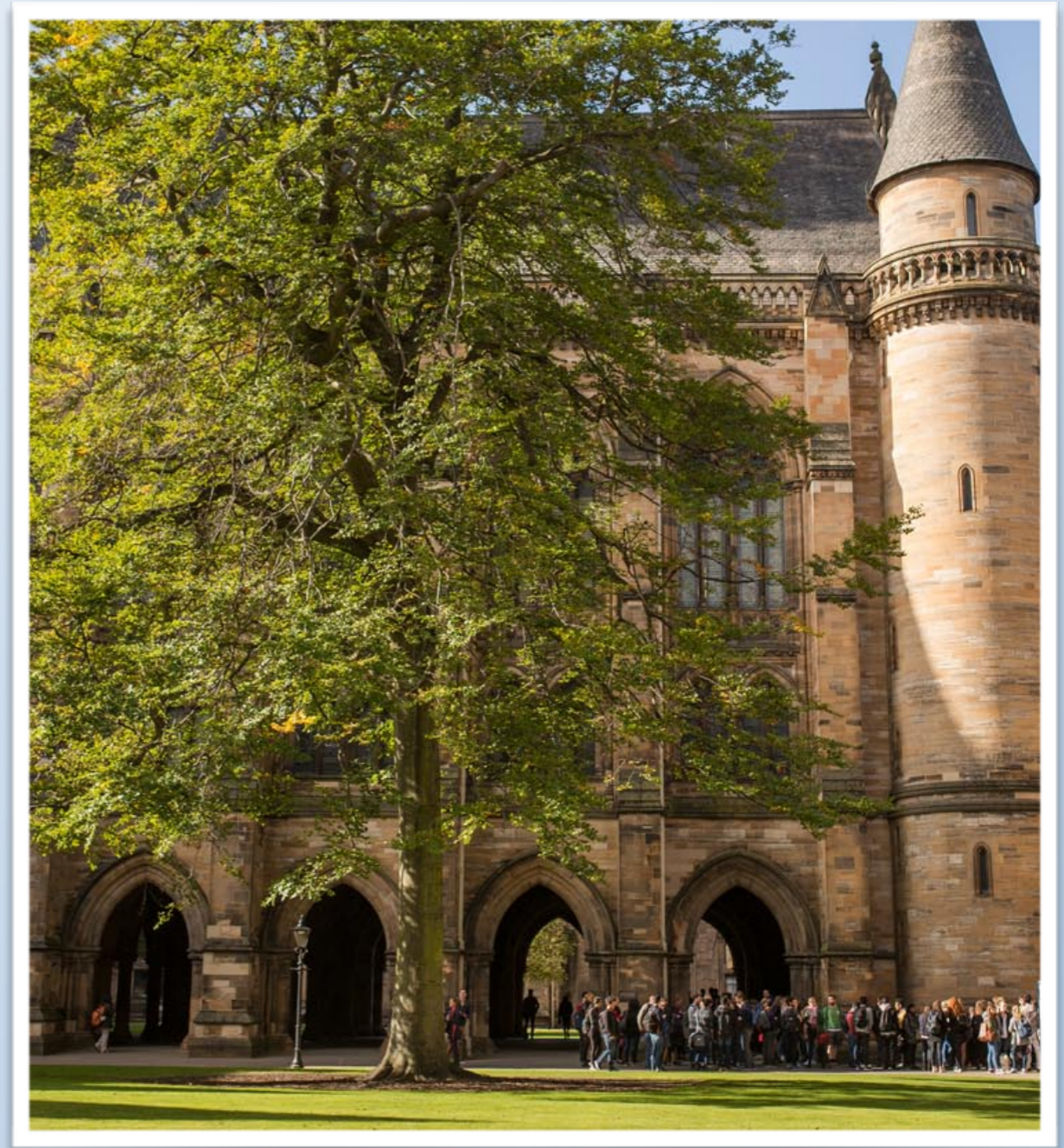
It has been a great experience so far and I am looking forward to the next steps during my time here”



Future students

Currently 4 more students are scheduled to travel to the UK in 2019.

- Student from TIFR Hyderabad to work on the Q measurement.
- Student from IISER to work on Q measurement tank (Strathclyde), suspensions (Glasgow) and laser stabilization (Sheffield)
- Gayathri Raman, IUCAA. Winner of the MMA Khandala Prize will be visiting in May-June The University of Warwick and Southampton (8 wks).
- Amit Reza, second prize winner will be visiting the UK for a 8 weeks trip TBC location.



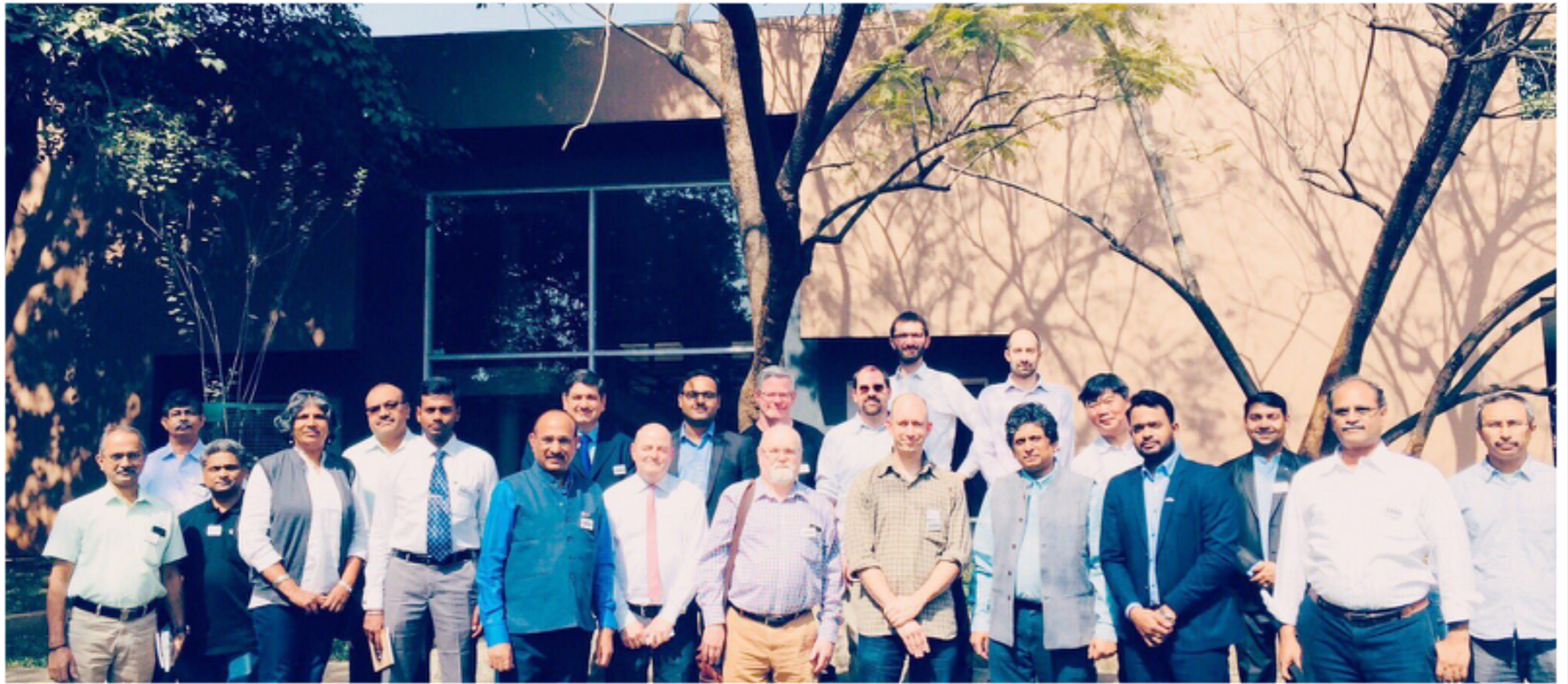


Meetings

2018-2019

1st UK-India meeting, Glasgow 2018



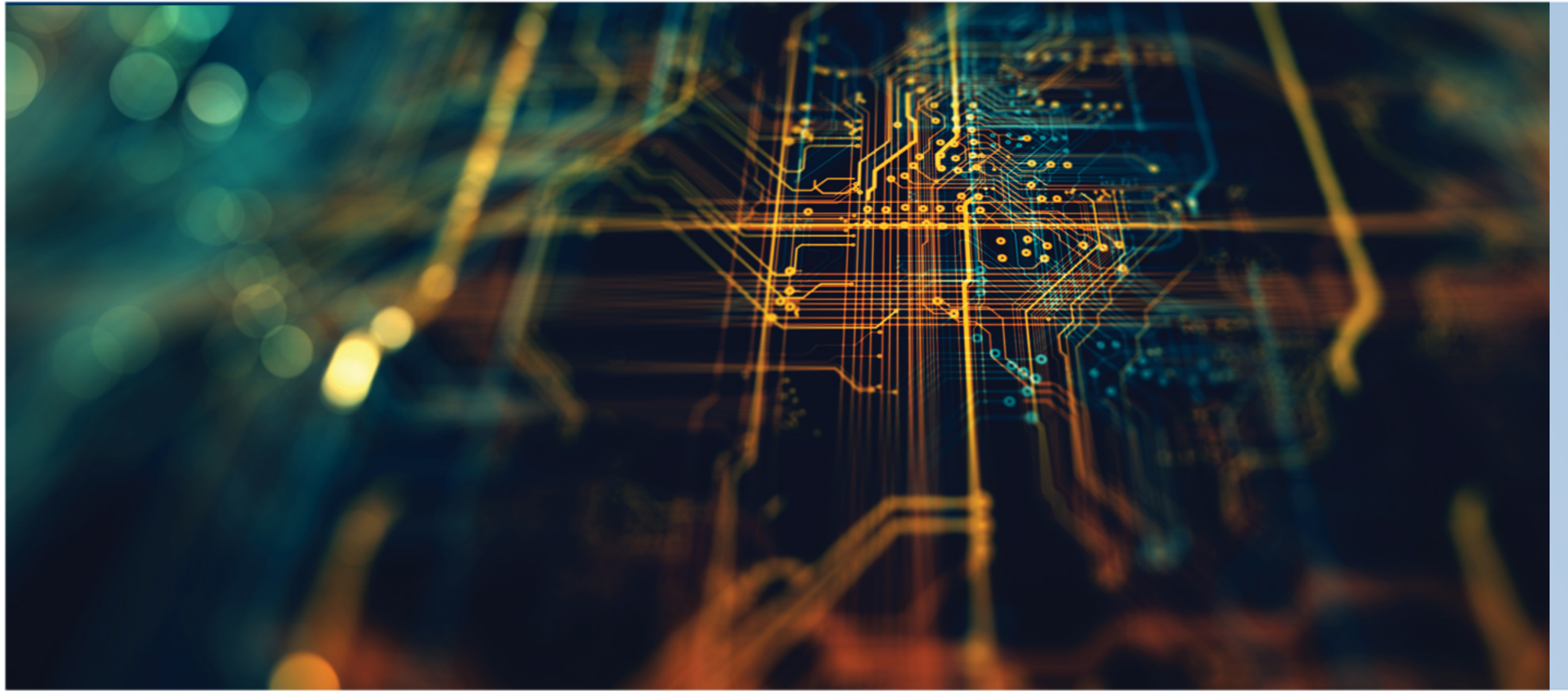


2nd UK-India meeting, Pune 2019

Industrial / instrumentation and data analysis workshop held simultaneously in IUCAA.

3rd UK-India meeting, Glasgow 2019





Industry

Collaborative work between industries in both the UK and India

Collaboration with Industry UK - India

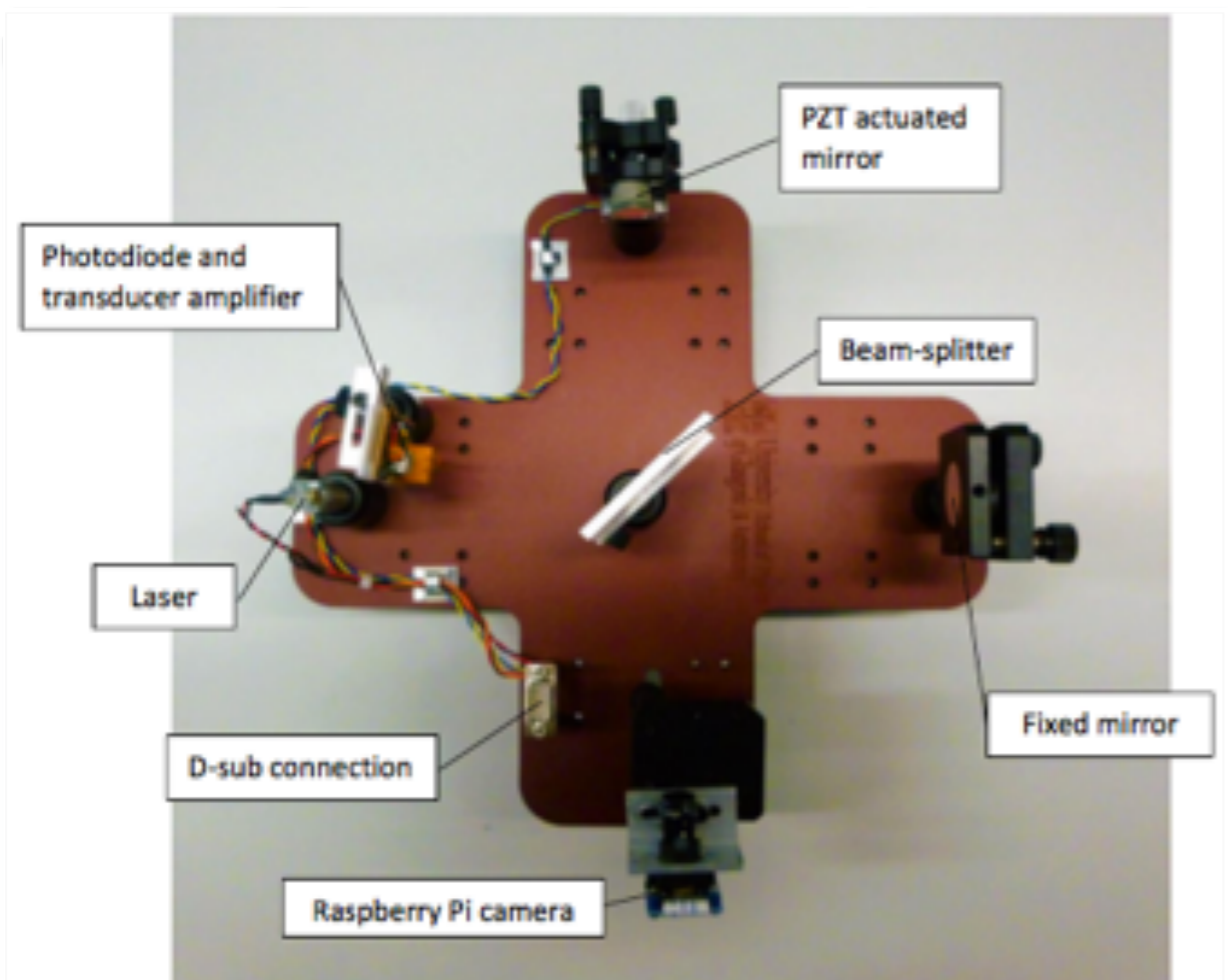


And others....

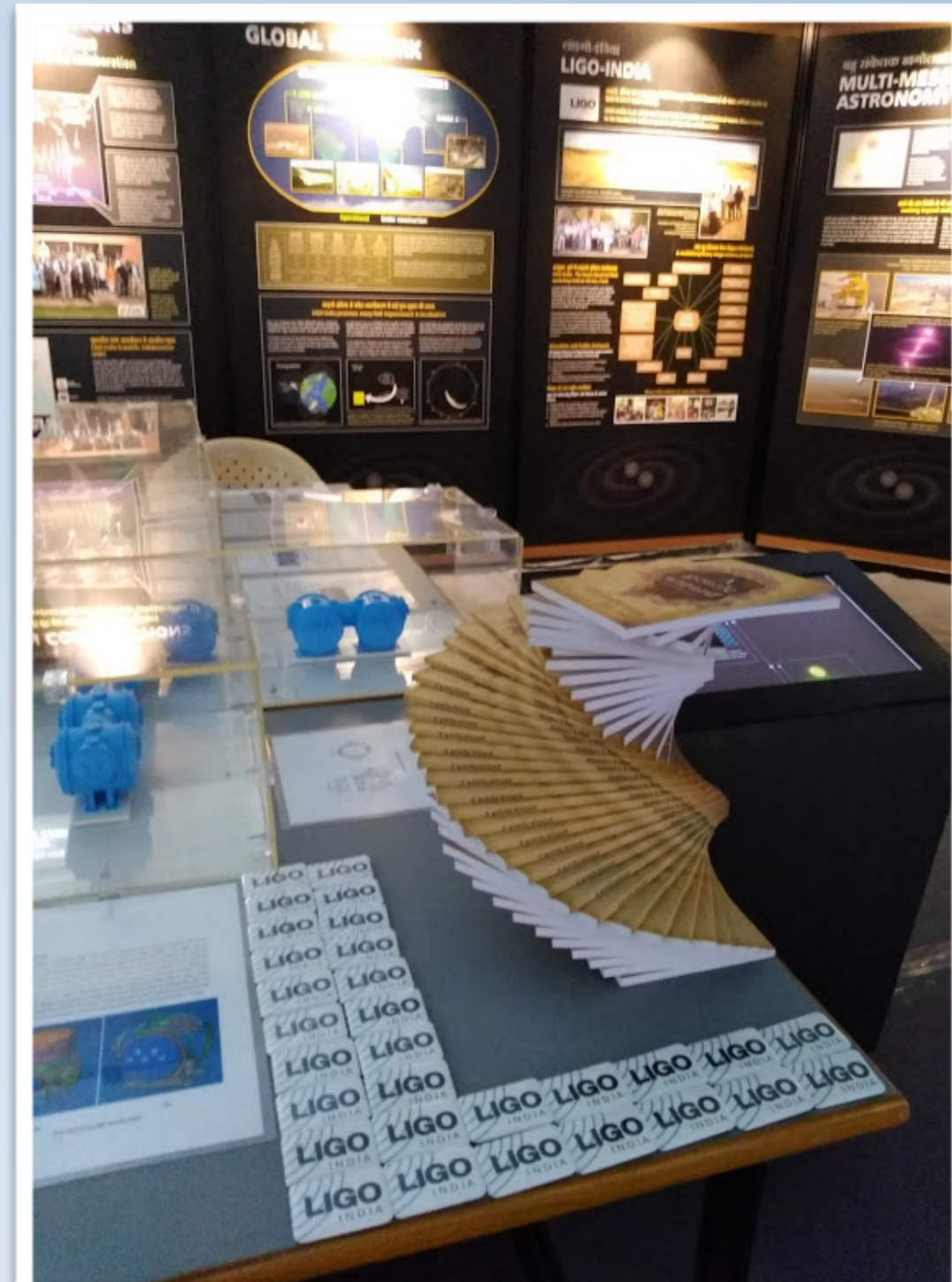


Outreach

LIGO in your hands



A gentle wizard



Space time quest



UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

LIGO INDIA
@LIGOIndia

Follow

Space Time Quest game now in Hindi too!
काल-आंतराल खोज में बुनियादी विज्ञान का उपयोग कर
बनाइये खुद का गुरुत्वीय-तरंग संसूचक (
[#gravitationalwave](#) detector)! [#LIGO](#) [#LIEPO](#)



Andreas Freise @gwoptics

Space Time Quest can be played in 12 languages! We have recently added Hindi with help from our colleagues at @LIGOIndia and with support from @STFC_Matters.

1:22 pm - 10 May 2018

4 Retweets 15 Likes



Informative leaflets

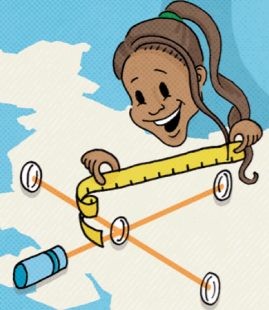


वेध गुरुत्वीय लहरींचा

लायगो (LIGO) म्हणजेच लेझर इंटरफेरोमीटर गुरुत्वीय तरंग वेधशाळा. ह्यांच्या द्वारे अवकाशातुन येणाऱ्या विविध प्रकारच्या गुरुत्वीय लहरींचा वेध घेतला जातो.

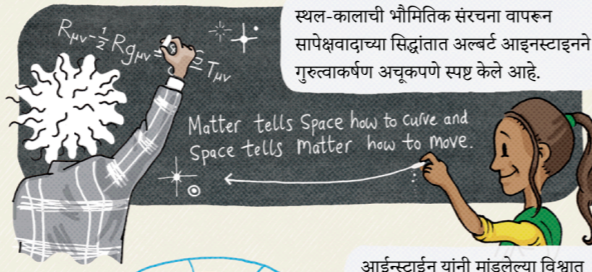
लायगो-इंडिया अशीच एक वेधशाळा आहे जिचे निमाण भारतीय भूमीवर भारत-अमेरिकेच्या सहकार्याने महाराष्ट्रातील हिंगोली जिल्ह्यात होणार आहे.

$$E=mc^2$$



LASER
INTERFEROMETER
GRAVITATIONAL WAVE
OBSERVATORY

गुरुत्वीय लहरी आपल्या स्रोतातून प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा वाहून नेत असल्या तरी त्यांचामुळे पृथ्वीवर होणारा प्रभाव हा फारच क्षीण असतो. या लहरी लायगो वेधशाळेच्या ४ कि.मी. लांबीच्या भुजांमध्ये जो बदल घडवून आणतात तो एका अणू केन्द्रकापेक्षाही लहान आकाराचा असतो. हा अतिसूक्ष्म बदल मोजण्यासाठी लायगो मध्ये लेझर व इतर अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.



स्थल-कालाची भौमितिक संरचना वापरून सापेक्षवादाच्या सिद्धांतात अल्बर्ट आइनस्टाईनने गुरुत्वाकर्षण अचूकपणे स्पष्ट केले आहे.

Matter tells Space how to curve and Space tells Matter how to move.

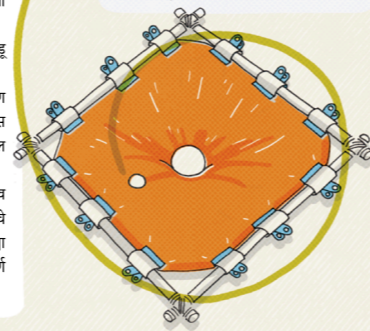


प्रसरण पावणारे विश्व स्वतः बनवा

एखादे लवचिक कापड वापरून तुम्ही गुरुत्वीय वक्रीभवन झालेल्या स्थल-काल यात होणाऱ्या हालचालींची प्रतिकृती बनवू शकता. सपाट धरलेल्या एका चादरीवर जड चेंडू ठेवल्यास ती मध्यभागी वाकते. आता पहिल्या चेंडूपेक्षा छोटा पण जड गोठ्या चादरीवर वेगाने सोडल्यास या वक्रतेमुळे गोठ्यांच्या गतीतील बदल तुम्ही बघू शकता. मधला मोठा चेंडू सूर्याचे प्रतिनिधित्व करत असेल तर वेगवेगळ्या आकाराचे आणि वजनाचे चेंडू किंवा गोठ्या ह्या ग्रहांसाठी वापरून तुम्ही आपली संपूर्ण सूर्यामाला बनवू शकता.

आईन्स्टाईन यांनी मांडलेल्या विश्वात स्थल आणि काल या गोष्टी स्थिर नाही, तर या निरीक्षक सापेक्ष आहेत. गुरुत्वाकर्षणामुळे वस्तू पृथ्वीकडे खेचल्या तर जातातच, पण यामुळे वेळ सुद्धा मंदावते आणि प्रकाशाची दिशा देखील बदलते.

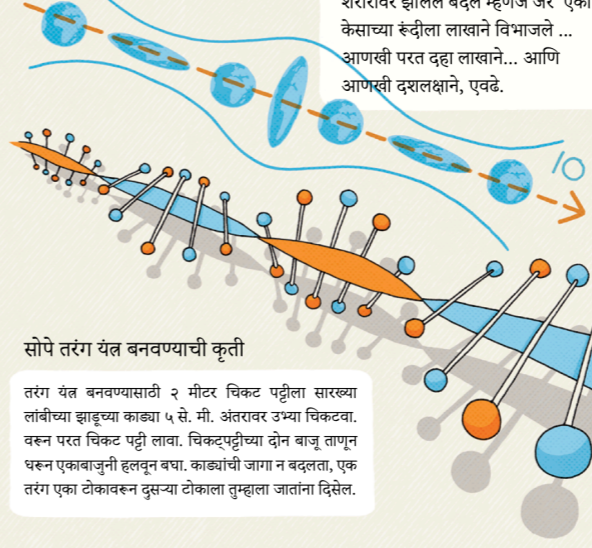
कृष्णविवरामुळे स्थल-काल यांच्यात एवढी वक्रता निर्माण होते की त्यातून प्रकाशसुद्धा बाहेर पडू शकत नाही !



गुरुत्वाकर्षणाच्या लहरी विश्वात लहान तरंगांच्या रूपात दुरपर्यंत पोचतात. अशा तरंगांमुळे आपल्या जवळचे स्थल-काल देखील प्रसरण किंवा आकुंचन पावते.



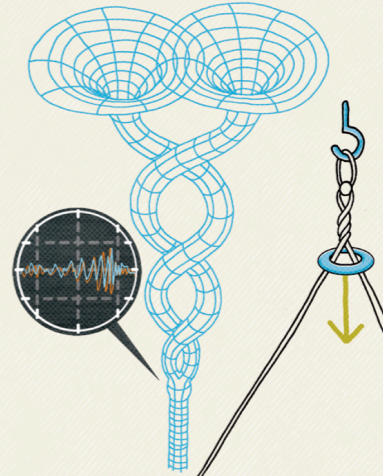
गुरुत्वाकर्षणाचा हा प्रभाव खूपच क्षीण असतो. अशा लहरीद्वारे एका मानवी शरीरावर झालेले बदल म्हणजे जर एका केसाच्या रुंदीला लाखाने विभाजले ... आणखी परत दहा लाखाने... आणि आणखी दशलक्षाने, एवढे.



सोपे तरंग यंत्र बनवण्याची कृती

तरंग यंत्र बनवण्यासाठी २ मीटर चिकट पट्टीला सारख्या लांबीच्या झाडूच्या काळ्या ५ से. मी. अंतरावर उभ्या चिकटवा. वरून परत चिकट पट्टी लावा. चिकटपट्टीच्या दोन बाजू ताणून धरून एकाबाजूनी हलवून बघा. काळ्यांची जागा न बदलता, एक तरंग एका टोकावरून दुसऱ्या टोकाला तुम्हाला जाताना दिसेल.

कुठल्याही वस्तुमानाच्या गतीबदलामुळे गुरुत्वाकर्षणाचे तरंग निर्माण होतात. दोन कृष्णविवरे एकमेकांभोवती फिरताना त्यांच्यामधून गुरुत्वीय लहरींच्या रूपात ऊर्जा उत्सर्जित होते. यामुळे त्यांची एकमेकांभोवती फिरण्याची कक्षा कमी-कमी होत जाते.



चला ! स्वतःची कृष्णविवर प्रतिकृती तयार करूयात

दोन चेंडू, दोरा व धातूचे कडे वापरून कृष्णविवराच्या गतिमान हालचाली तुम्हाला दाखवता येतील.

सोबतच्या आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे दोऱ्याच्या टोकाना चेंडू बांधून घ्या. दोरा धातूच्या कड्यामधून ओऊन घ्या व तो खुटीला अडकवा. आता दोन्ही चेंडूना वर्तुळाकार गती द्या, व धातूचे कडे सोडून द्या. थोडा वेळ थांबा आणि निरीक्षण करा.

धातूचे कडे हळूहळू खालील दिशेने सरकेल, दोन्ही चेंडू त्यामुळे जवळ येतील (अशा रीतीने कृष्णविवरात गुरुत्वीय लहरीद्वारे ऊर्जा कशी बाहेर फेकली जाते व ते एकमेकांच्या कडे जवळ येतात हे आपण दाखवू शकतो).

दोन कृष्णविवर अजून जवळ आल्यास गुरुत्वलहरींची तीव्रता व वारंवारता वाढत जाते. शेवटी दोघांची धडक होऊन एक मोठे कृष्णविवर तयार होते आणि गुरुत्वलहरी त्या उरलेल्या कृष्णविवराची माहिती आपल्याकडे पोचवतात.

Masterclass

Focused relativistic fluid dynamics and numerical relativity aimed at postgraduate students and postdocs.



Future projects

- ❖ GW Pop-up book for children.
- ❖ Tabletop interferometers for undergraduate labs (on-going).
- ❖ Finesse workshop in India.



Coming soon!!

LIGO India

2025

GrEAT Network



A similar project is currently on-going to help build links between the UK and China based gravitational wave research in order to help strengthen the research capacity in China.

Prof. Heng is the UK PI.

<https://great.physics.gla.ac.uk>