विशालकाय मीटर वेब रेडियो टेलीस्कोप
(जीएमआरटी)

– कपिल त्रिपाठी

....

पात्र :

अरूण	:	छात्र	शिक्षिका	:
अमित	:	छात्र	उद्घोषक	:
माँ	:			
प्रोफेसर	:			

....

अरूण : आवाज लगाते हुए... माँ... मेरा बैग कहाँ है? मुझे आज जल्दी स्कूल जाना है।

माँ : तुम्हारी अलमारी में ही तो रखा है।

अरूण : (फुसफुसाने की आवाज) रोज जगह बदल देती हैं। समय पर कुछ मिलता नहीं है।

माँ : मिल गया क्या?

अरूण : हां, मुझे मिल गया।

माँ : आज तुम्हारे स्कूल में ऐसा क्या है कि तुम्हें जल्दी जाना है।

अरूण : माँ, मेरे स्कूल में वैज्ञानिकों का एक ग्रुप आ रहा है। आज वो हमसे बातचीत करेंगे।

माँ : तुम किस विषय पर बातचीत करने वाले हो?

अरूण : माँ... तुम तो जानती हो मेरी रूचि एस्ट्रोनॉमी में कुछ ज्यादा ही है इसलिए मैने

कुछ प्रश्न पूछने के लिए बना रखे हैं। मेरे साथ मेरे दोस्त अमित एवं अंकिता भी रहेंगे।

माँ : तुम्हारे पापा ने पिछले वर्ष एक टेलीस्कोप दिया था, उसका तुमने उपयोग किया कि नहीं?

अरूण : हाँ, माँ... वह बहुत उपयोगी है। अच्छा मैं चलता हूं मेरे दोस्त भी इन्तजार कर रहें होंगे।

दृश्य परिवर्तन : स्कूल का दृश्य ... बच्चों का शोर एवं एक बड़ी घंटी की आवाज

शिक्षिका की आवाज : सभी बच्चे आडीटोरियम में चलें।

अरूण : चलो अमित वहां चलते हैं। लगता है, सभी वैज्ञानिक आ गए हैं।

अमित : हम किस वैज्ञानिक से पहले बात करेंगे।

अरूण : नोटिस में आया था कि वैज्ञानिकों का समूह विभिन्न विषयों पर अलग–अलग बात करेगा। मैने अपनी रूचि के अनुसार एस्ट्रानामी का नाम दिया था और तुमने ?

अमित : मैने भी...

अरूण : चलो वहां पर एस्ट्रोनॉमी का बोर्ड लगा है वहां चलते हैं।

अरूण, अमित : (एक साथ) नमस्ते सर

प्रोफेसर : नमस्ते बच्चों, आओ आप लोगों का क्या नाम है।

अरूण : सर मेरा नाम अरूण एवं इसका नाम अमित है।

प्रो.	:	क्या और भी बच्चे आने वाले हैं।
अरूण	:	हाँ, कुछ आ रहे हैं । पर हम बातचीत शुरू कर सकते हैं।
प्रो.	:	सबसे पहले मैं अपना परिचय देता हूँ, मैं विश्वविद्यालय में एस्ट्रोफिस्किस विभाग में कार्यरत हूं और इसी विषय पर शोध एवं पढ़ाने का कार्य करता हूँ।
अरूण	:	सर एस्ट्रोफिजिक्स और एस्ट्रोनामी तो काफी बड़ा विषय है आप किस विषय पर शोध कर रहे हैं।
प्रो.	:	मैं रेड़ियो तरंगों पर शोध कर रहा हूँ।
अमित	:	वही तरंगें जिनके माध्यम से मैं रेडियो पर गाने एवं कई कार्यक्रम सुनता रहता हूँ।
प्रो.	:	हाँ हाँ वही...
अरूण	:	तो, इन तरंगों का एस्ट्रॉनामी में क्या काम यह तो संचार के माध्यमों में काम में आती है।
प्रो.	:	हाँ... अरूण तुमने ठीक कहा ...पर इनका उपयोग एस्ट्रोफिजिक्स और एस्ट्रॉनामी में भी होता है।
अमित	:	(आश्चर्य से) रेडियो तरंगों का प्रयोग इस विषय में
प्रो.	:	बिल्कुल, खगोलीय पिण्डों के अध्ययन में इन तरंगों का प्रयोग किया जाता है।
अरूण	:	खगोलीय पिण्डों का अध्ययन यह तो अधिकतर टेलीस्कोप से ही होता है।

प्रो. : हाँ... तुम शायद उन टेलीस्कोप की बात कर रहे हो जो दृश्य किरणों में कार्य करते हैं परन्तु ऐसे भी टेलीस्कोप हैं जो इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पैक्ट्रम (Electromagnetic Spectrum) के रेडियो क्षेत्र में भी कार्य करते हैं।

अरूण : जो मेरे पास टेलीस्कोप है वह दृश्य किरणों में कार्य करता है या रेडियो में।

प्रो. : यह आप्टिकल (optical) है और दृश्य (visible) तरंग क्षेत्र में कार्य करता है । जैसा तुम्हें पता है कि एस्ट्रानॉमी एक प्रयोगिक विषय है । विभिन्न सभ्यताओं के लोग अपनी कलैण्डर प्रणाली को शुद्ध बनाने के लिए विभिन्न प्रयोग सीधे अपनी आंखों द्वारा देखकर किया करते थे। परन्तु सीधे आंखों से वह केवल कुछ ही पिण्ड, सूर्य, चन्द्रमा, शुक्र, बुध एवं तारों को ही देख सकते थे। उसके बाद टेलीस्कोप का आविष्कार आकाशीय पिण्डों के अध्ययन में होने लगा। टेलीस्कोप से ली गयी पिण्डों की ईमेज, आंखों से देखे जाने की अपेक्षा काफी स्पष्ट थी। आकाशीय पिण्ड न केवल दृश्य प्रकाश विकरित करते हैं बल्कि वे रेडियो तरंगें, एक्स किरणे, गामा किरणें, न्यूटीऑन और अन्य आवेशित कण जैसे कास्मिक किरणें भी विकरित करते हैं। पृथ्वी का वायुमण्डल रेडियो किरणों के लिए पारदर्शी माध्यम (transparent) का काम करता है जब एक्स किरणें, गामा किरणें वायलट के लिए नहीं। इस कारण रेडियो किरणें पृथ्वी पर आसानी से पहुंच सकती हैं।

अरूण : पर... सर ऐसा रेडियो किरणों के साथ ही क्यों होता है।

प्रो. : ऐसा इसलिए कि रेडियो किरणों का तरंग दैर्ध्य, आप्टिकल तरंगों की अपेक्षा काफी लम्बा होता है।

अमित : मैने सुना है कि इन रेडियो तरंगों (radio waves) को संचार के लिए भारतीय वैज्ञानिक जे.सी. बोस ने खोजा था।

प्रो. : हाँ बिल्कुल सही। सर जे सी बोस ने 1895 में एक प्रदर्शन किया जिसमें उन्होंने रेडियो तरंगों का उपयोग करके दूर स्थित घण्टी को बजाया और गन पाउडर में विस्फोट किया। इस आविष्कार के बाद से ही रेडियो तरंगों का

उपयोग अन्य अनुप्रयोगों में किया जाने लगा। सन् 1927 में प्रथम बार कार्ल जेनेस्की (Karl Jansky) ने खोजा कि हमारी आकाशगंगा के केन्द्र से रेडियो तरंगें निकलती हैं।

अरूण : इसका अर्थ यह हुआ कि लगभग सौ साल पहले ही रेडियो तरंगों के बारे में पता चला चुका था?

प्रो. : द्वितीय विश्व युद्ध तक रेडियो तरंगों का उपयोग सीमित था। इसके बाद बहुत सारे उपकरण जैसे राडार, संचार उपकरणों का निर्माण शुरू हुआ और रेडियो उपकरण प्रयोगशालाओं तक पहुंच गए । इसके बाद ही पता चल सका कि तारे शक्तिशाली रेडियो तरंगों को विकरित नहीं करते हैं। ऑप्टिकल, तरंग दैर्ध्य (wave length) पर आधारित टेलीस्कोप से प्राप्त फोटोग्राफ से कुछ नये तारों के बारे में पता चला। जिन्हें बाद में रेडियो तरंगदैर्ध्य पर देखने से पता चला कि ये फोटोग्राफ तारों जैसे तो हैं परन्तु वास्तव में ये पिण्ड तारे हैं ही नहीं ।

अमित : यह तो बहुत बड़ी उपलब्धि थी । परन्तु, सर यह रेडियो तरंगों की सहायता से किस प्रकार पिण्डों का आंकलन किया जाता है। इसमें कौन सी प्रणाली उपयोग में लायी जाती है।

प्रो. : रेडियो टेलीस्कोप में सामान्य रेडियो की तरह ही उपकरण काम में लाए जाते हैं जेसे एन्टीना, रिसीवर आदि। एन्टीना खगोलीय पिण्डो से विकरित रेडियो तरंगों को एकत्र करता है । फिर इन रेडियो तरंगों को इमेज प्रोसेसिंग सॉफ्टवेयर की मदद से प्राप्त चित्रों को देखकर पिण्डो के बारे में अनुसंधान किया जाता है।

अमित : यह टेलीस्कोप बिल्कुल हमारे सामान्य रेडियो की तरह ? (आश्चर्य से)

प्रो. : हाँ, हमारे सामान्य रेडियो की तरह । परन्तु शुरूआत में रेडियो एस्ट्रोनॉमी में जो टेलीस्कोप बनाये गये उनका रेजोलूशन, इमेज की स्पष्टता ऑप्टिकल टेलीस्कोप की अपेक्षा कम थी। इस वजह से चन्द्रमा के आकार तक के पिण्डों

के बारे में जाना तो जा सकता था परन्तु इससे कम आकार के पिण्डों को पहचानना मुश्किल था।

अरूण : क्यों सर्!

प्रो. : ऐसा इसलिए क्योंकि रेडियो तरंगों की तरंगदैर्ध्य आप्टिकल तरंगों की अपेक्षा लगभग हजार गुना ज्यादा होती है। इस कारण इन तरंगों को एकत्रित करने के लिए लगभग 10 किलोमीटर लम्बे एन्टीने की जरूरत होती है जो उस समय तक बनाना असम्भव था।

अमित : क्या 10 किलोमीटर लम्बा एन्टीना । सर आपने तो बहुत रोचक बात बतायी है पर यह मुश्किल था तो वैज्ञानिकों ने इस कार्य को कैसे किया।

प्रो. : वैज्ञानिको ने इसका भी हल ढूंढा उन्होंने प्राप्त इमेज का रिजोलुशन बढ़ाने के लिए एक नयी विधि ढूंढी उसका नाम दिया गया "Apperture Synthesis" (एप्रचर सिन्थेसिस)

अमित : यह क्या है "Apperture Synthesis"

प्रो. : दूरस्थ आकाश पिण्डों से भेजी जानी वाली रेडियो तरंगें स्थिर नहीं होती हैं। समय के साथ–साथ बदलती रहती हैं। इस विधि में छोटे दर्पण की सहायता से एक बड़ा आभासी दर्पण (virtual mirror) बनाया जाता है और छोटे दर्पण को कई स्थानों पर घुमाकर, अलग अलग स्थितियों से रेडियो तरंगों को तब तक एकत्र किया जाता है जब तक कि आभासी दर्पण का अधिकतम क्षेत्र कवर न हो जाए और जो क्षेत्र बच जाता है उसे साफ्टवेयर की सहायता से पूरा कर लिया जाता है।

अमित : इस तरह का कोई टेलीस्कोप भारत में बना है क्या सर्।

प्रो. : भारत ने इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण कार्य किया है। हमारे पास विशालकार मीटर वेव

रेडियो टेलीस्कोप है जो पुणे से 90 किलोमीटर दूर कोणाद में स्थित है । इसका संचालन नेशनल सेन्टर फॉर एस्ट्रोफिस्किस से किया जाता है और यह संस्था टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फण्डामेंटल रिसर्च के अन्तर्गत कार्य करती है।

अमित : भारत में इतना विशाल टेलीस्कोप है हमें आज ही पता चला है।

प्रो. : भारत ने इतना विशालकाय टेलीस्कोप अनुसंधान एवं विकास कार्यों के लिए बनाया है और आज इसका उपयोग सूर्य व उसकी सक्रियता (solar activity), सोलर विंड (solar wind), पल्सार, गैलेक्सी में चुम्बकीय क्षेत्र का निर्माण एवं ब्रह्माण्ड के रहस्य को जानने में किया जा रहा है। स्वतंत्रता के बाद अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में भारत की यह महत्वपूर्ण उपलब्धि है।

अरूण : सर्... हमें जी.एम.आर.टी (GMRT) के बारे में विस्तृत रूप से बताएं, यह जानकारी काफी रोचक है।

प्रो. : ओह । मेरे पास नेशनल सेन्टर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स से संबंधित एक सी.डी. है चलो वहां चलकर प्रोजेक्टर पर देखते हैं।

अरूण : चलो... चलते हैं।

सी डी लगाने की आवाज .... आओ दोस्तों चलकर देखते हैं।

(आवाज में परिवर्तन... सी डी से एक महिला उद्घोषक की आवाज)

"नेशनल सेन्टर फार रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स पुणे (NCRA), टाटा इंस्टीट्यूट आफ फण्डामेन्टल रिसर्च (TIFR) के अन्तर्गत एक संस्था है। यह संस्थान वर्तमान में पुणे यूनिवर्सिटी के कैम्पस में स्थित है और एस्ट्रॅानामी एवं एस्ट्रोफिजिक्स अनुसंधान पर देश का एक अग्रणी संस्थान है । इस संस्थान की स्थापना 1989 में की गयी थी । टाटा इंस्टीट्यूट आफ फण्डामेंटल में रेडियो एस्ट्रानॉमी का कार्य 1964 में आरम्भ हुआ, जब होमी भाभा ने प्रोफेसर गोविन्द स्वरूप को संस्थान में कार्य करने का निमंत्रण दिया । जिनके नेतृत्व में प्रथम रेडियो टेलीस्कोप का निर्माण मुम्बई के

निकट कल्याण में किया गया । इस टेलीस्कोप में 32 परवलयाकार डिश थी जिनका व्यास लगभग1.8 मीटर था ।यह टेलीस्कोप 610 मेगा हटर्ज आवृति पर कार्य करता था। इस टेलीस्कोप का निर्माण भारत में तो नहीं हुआ था बल्कि इसको साइरो (CSIRO) आस्ट्रेलिया में कार्यरत् प्रो. जे एल पाउसे ने टी एफ आई आर को दान में दिया था । इस टेलीस्कोप ने 1965 से 1968 तक कार्य किया और इसकी सहायता से सोलर रेडियो विकरण पर कई रोचक परिणाम निकाले गए ।

उसके बाद टी एफ आई आर ने ऊटी रेडियो टेलीस्कोप (ORT) का निर्माण एवं डिजाइन का कार्य प्रारम्भ किया । यह भारत की मुख्य रेडियो एस्ट्रॉनामी प्रयोगशालाओं में थी । इस रेडियो टेलीस्कोप को 530 मीटर लम्बी और 30 मीटर चौडी बेलनाकार एण्टीने से बनाया गया, जो 327 मेगा हर्ट्ज आवृति पर कार्य करता है। इसकी परिवर्तनकारी सतह 1100 पतली स्टेनलेस स्टील की बनी है। टेलीस्कोप का अक्ष पृथ्वी के घूर्णन अक्ष के समान्तर है और यह केवल एक अक्ष के साथ ही घूम सकता है। सामान्यतः रेडियो टेलीस्कोप को इस प्रकार माउण्ट किया जाता है कि वह दो अक्षों के चारों ओर घूम सके जिससे पृथ्वी के घूर्णन की क्षति पूर्ति हो सके ।इस टेलीस्कोप को बहुत ही कम लागत से निर्मित किया गया और आज भी यह विश्व के संवेदनशील टेलीस्कोप में से एक है । यद्यपि इसका निर्माण दूरस्थ पिण्डो का कक्षीय आकार को मापने में किया गया था । आगे इस टेलीस्कोप से रेडियो गैलेक्सी, क्वासर (quasar), सुपरनोवा, पल्सार (Pulsars) पर कई महत्वपूर्ण अनुसंधान किए गए। 1980 के बाद टी एफ आई आर (TIFR) के वैज्ञानिकों ने एक वृहत एप्रचर सिन्थेसिस पर आधारित एक टेलीस्कोप का निर्माण किया । जिसे जीएमआरटी से जाना जाता है । यह इतना विशाल है कि 25 कि मी के क्षेत्र में फैला है। इस टेलीस्कोप में 30 डिशे हैं जिनका व्यास 45 मीटर है ।

प्रत्येक डिश को ऑप्टिकल फाइबर केबिल से सेन्ट्रल इलैक्ट्रानिकस बिल्डिंग से आंकडों को एकत्र करने के लिए जोडा गया है। यह टेलीस्कोप 50 मेगाहर्ट्ज से 1450 के बीच छह तरंगदैर्ध्य पर कार्य करता है। यह भारतीय वैज्ञानिकों का कुशल परिश्रम एवं टीम भावना का नमूना था जिसने इतना विशालकाय रेडियो टेलीस्कोप बहुत कम लागत में तैयार किया । इसमें उपयुक्त डिश का वजन काफी कम रखा गया है और प्रत्येक डिश में फ्रेमों को इस तरह जोड़ा गया है जिससे यह मिलकर

परवलयाकार ले लें ।इस तरह के कुल12 एन्टीनों को मध्य में और शेष 18 एन्टीनों को Y आकार की भुजाओं, जो 14 किमी लम्बी है पर व्यवस्थित किया गया है ।इस टेलीस्कोप का प्रयोग एस्ट्रोनामिकल गणनाओं में किया जा रहा है । यह जीएमआरटी विश्व के अति संवेदनशील एप्रचर सिन्थेसिस टेलीस्कोप में से एक है । इन सभी एन्टीनों से एकत्र सिग्नलों को एक जगह मिलाकर फाइनल सिग्नल बनाया जाता है और साफ्टवेयर की सहायता से इमेज प्रोसेसिंग करके उस पिण्ड का विशलेषण करते हैं जिससे रेडियो तरंगें आती हैं।"

–फाइनल ट्यून के साथ चलने वाली विडियो की आवाज खत्म हो जाती है।

प्रो. : इस प्रकार बच्चों आप जान सकते हैं कि एस्ट्रोनॉमी क्षेत्र में उपकरणीय क्षमता विकसित करने में भारतीय वैज्ञानिकों का योगदान अतुलनीय है।

अमित : सर इस सूचना से आज हमें मालूम हो सका कि भारत के पास एस्ट्रानामी के क्षेत्र में एक बहुत बड़ी उपकरणीय क्षमता है जो इस क्षेत्र में नये–नये अनुसंधान के लिए अवसर प्रदान कर रही है।

अरूण : बहुत–बहुत धन्यवाद सर। निश्चित रूप से इस तरह की जानकारी हम जैसे बच्चों को, जो विज्ञान के क्षेत्र में कैरियर बनाने के लिए सोच रहे हैं, बेहद उपयोगी है। चलो, मैं तुम्हारी बात इस इंस्टीट्यूट के निदेशक से करवाता हूं।

निदेशक के साथ बातचीत

प्रो. : धन्यवाद बच्चों। जो आपने हमारी बातों को ध्यानपूर्वक सुना।

अरूण : चलो चलते हैं और देखते हैं अन्य वैज्ञानिक विषयों में हमारी क्या उपलब्धियां रही हैं।

Director
National Centre for Radio Astrophysics
TIFR
Ganeshkhind, Pune University Campus
Pune - 411007
India

Tel. No. 020-25696105
Fax : 020-25697257

1. How this GMRT works?

2. What are the major research done by this meterwave Telescope?

3. What is pulsars and how this telescope is useful in the study of pulsars?

4. How many similar types of telescopes are available in the world?

5. How one can come in this field?

6. Any important facts related to GMRT, which you can share with the audience.

7. Is there any planning to built a telescope stronger than GMRT?