

चित्र क्र. ७- ऊटकमंड येथील टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च ची रेडिओ दुर्बिण (फोटोग्राफर: भरत उपाध्याय)

## जगातल्या प्रसिध्द दुर्बिणी

-डॉ. जयंत नारळीकर

दुसऱ्या महायुद्धानंतर खगोलशास्त्रात झपाट्याने प्रगती होत आहे. तंत्रज्ञानात होणारी वाढ अंतराळाचे वेध घेणाऱ्या खगोल शस्त्रज्ञाला नवी नवी उपकरणे उपलब्ध करून देत आहे. तीन शतकांपूर्वी गॅलिलिओने खगोलशास्त्राच्या दृष्टीने दुर्बिणीचे महत्त्व ओळखले होते. गुरुचे ग्रह, सूर्यावरचे डाग अशासारखे महत्त्वाचे शोध लावणारा गॅलिलिओ देखील आज वापरात असलेल्या दुर्बिणी पाहून चकित झाला असता. इतकेच नव्हे तर आजचे खगोलशास्त्रज्ञ केवळ दृश्य प्रकाशावर अवलंबून न राहता इतर मार्गांनी देखील विश्वाचे वेध घऊ शकतात ही कल्पना देखील त्याला बद्दभुत वाटली असती.

आधुनिक काळात खगोलशास्त्रीय वेध कसे घेतले जातात याची माहिती ह्या लेखात याडव्याने दिली आहे.

### प्रकाशाची वेगवेगळी रूपे

ज्या प्रकाशाचा उपयोग करून खगोलशास्त्रज्ञ वेध घेत असतो तो प्रकाश कशाचा बनलेला असतो?

भौतिक शास्त्रात प्रकाशाची दान पूरक स्वरूपांच्या कारण मीमांसा

आहेत. एका कारण मीमांसे नुसार प्रकाश लहरींच्या स्वरूपात असतो. ज्याप्रमाणे तळ्यातल्या पाण्यात खडा टाकल्यावर पाण्याच्या पृष्ठभागात लहरी दिसतात त्या प्रमाणे प्रकाश किरणही अवकाशातली लहर समजावी. पाण्यातून जाणाऱ्या लहरीमुळे पृष्ठभाग ठराविक अंतरावर उच्चनीच होताना दिसतो. प्रकाश लहरीमुळे अवकाशातल्या विद्युच्चुंबकीय क्षेत्रात उच्चनीचपणा निर्माण होतो. चित्रक्रमांक एकमध्ये दाखवल्याप्रमाणे दोन हजार शेजारच्या उच्च स्थानामध्ये अंतर यास त्या लहरीची तरंग लांबी (व्हॅलेंथ) म्हणतात. त्याचप्रमाणे एका ठिकाणीच उच्च-नीच-उच्च नीच... हा अनुक्रम कितीवेळा आवर्तला जातो त्याला प्रकाशाची वारंवारता (फ्रिक्वेंसी) म्हणतात.

प्रकाश हा लहरींच्या स्वरूपात असतो हा शोध जर्मन क्लार्क मॅकटवेल ह्या शास्त्रज्ञाने सव्या शतकात लावला. आपल्या डोळ्यांना दिसणारा प्रकाश याच रंगाचा असतो. त्यापैकी लाल प्रकाशाची तरंग लांबी सर्वात जास्त (म्हणजे ८००० अँगस्ट्रॉमपर्यंत, १० अब्ज अँगस्ट्रॉम-१ मीटर) व जांभळ्या प्रकाशाची तरंग लांबी सर्वात कमी (म्हणजे ४००० अँगस्ट्रॉमच्या आसपास) असते. लाल

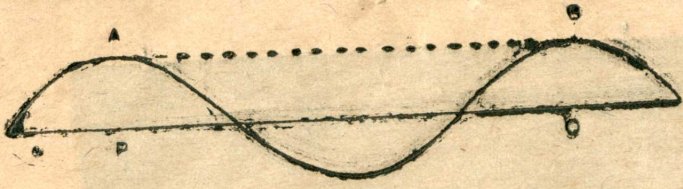


Fig. 1

चित्र क्र. १ : प्रकाश लहरीतील विद्युत् क्षेत्राचे माप कमी जास्त होताना दाखवले आहे. ए आणि बी हे दोन शेजार शेजारचे उच्चकांचे बिंदू. एबी ही तरंग लांबी. पी व क्यू ह्या जागेवर लहरीचे उच्चकांचे बिंदू ए व बी आहेत. काही वेळाने पी वरील विद्युत् क्षेत्र कमी होत जाईल व पुन्हा वाढेल, व ए ही मर्यादा गाठेल असे आवर्तन सेकंदातून किती वेळा होईल त्याला लहरीची वारंवारता असे म्हणतात. मॅक्सवेलच्या नियमाप्रमाणे तरंगलांबी-वारंवारता = प्रकाशाचा वेग.

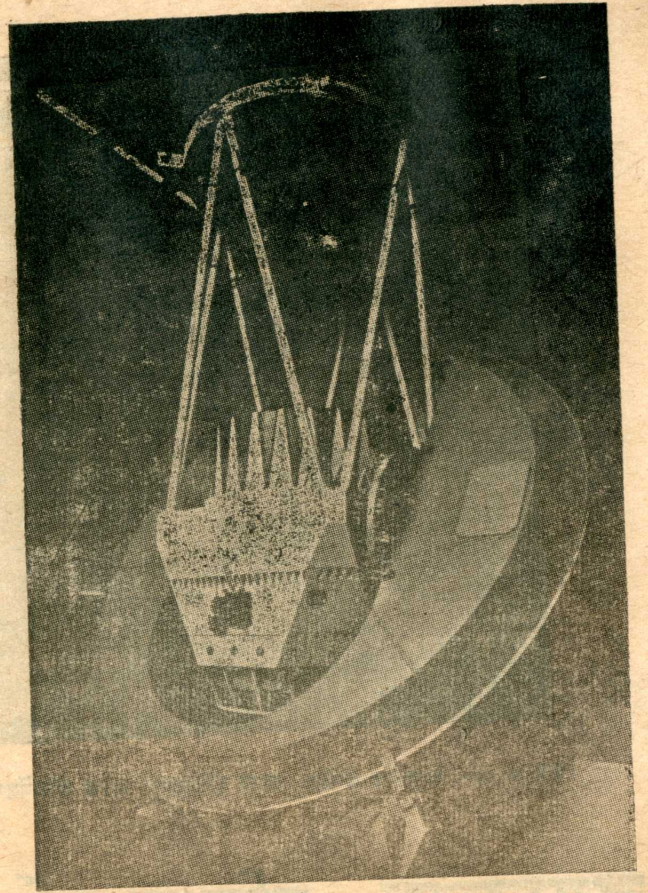
प्रकाशाच्या तरंग लांबी पलिकडे गेल्यावर इन्फ्रारेड तर जांभळ्या सोमेच्या पलिकडे अल्ट्राव्हायोलेट. पण ही दान्ही प्रकारची किरणे आपल्या डोळ्यांना दिसत नाहीत. चित्रक्रमांक-२ मध्ये दृश्य प्रकाशाच्या दोन्ही बाजूला प्रकाशाची वेगवेगळी रूपे कशी असतात ते दाखवले आहे. रेडिओ-मायक्रोवेव्ह-इन्फ्रारेड-दृश्यप्रकाश-अल्ट्राव्हायोलेट-क्ष किरणे-गामा किरणे हा अनुक्रम घटत्या तरंग लांबीप्रमाणे किंवा वाढत्या वारंवारतेप्रमाणे प्रकाशाची विविधरूपे दर्शवितो.

१९०० च्या सुमारास मॅक्स प्लॅंक याने प्रकाशाची वेगळी कारण-मीमांसा केली. प्रकाश हा लहान लहान मूलकणांचा बनलेला असून प्रत्येक मूलकणाची ऊर्जा त्याच्या वारंवारतेच्या ठराविक पट असते. हा प्लॅंकचा नियम म्हणजे आधुनिक पुंजवादाचो (क्वांटम थियरी) सुरुवात असे मानतात. प्रकाशाच्या मूलकणाला फोटॉन म्हणतात. चित्रक्रमांक-२ प्रमाणे क्ष किरणांच्या फोटॉनची ऊर्जा दृश्य प्रकाशाच्या फोटॉनपेक्षा जास्त व रेडिओ फोटॉनपेक्षा पुढे जास्त असते.

आपण जेव्हा आकाशातल्या तारका पाहतो तेव्हा त्या तारकापासून निघालेला प्रकाश आपल्या डोळ्याला येऊन मिडलेला असतो. पण आपले डोळे केवळ दृश्य प्रकाशच ओळखू शकतात. प्रकाशाच्या इतर स्वरूपांचे काय? अंतराळातून येणाऱ्या प्रकाशाची वेगवेगळी स्वरूपे थोडखण्याकरता मानवी डोळे अपुरे पडतात - त्यांची जागा यंत्रांनी घेतली आहे. ही यंत्रे म्हणजेच आधुनिक दुर्बिणी.

### दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी

दुसऱ्या महायुद्धानंतर लवकरच अस्तित्वात आलेली दुर्बिणी हेल् नावाच्या खगोल शास्त्रज्ञाच्या प्रयत्नांमुळे हाती घेण्यात आली होती व हेल् टेलिस्कोप ह्या नावाने ओळखली जाते. प्रकाश ग्रहण करणारा हेल् दुर्बिणीचा आरसा जगातला सर्वात मोठा-२०० इंच व्यासाचा असून त्याची क्षमता अब्जावादी प्रकाशवर्ष लांब असलेले तारकाविश्व टिपून घेण्याइतकी आहे (१ प्रकाश वर्ष - प्रकाशाने वर्षभरात सर

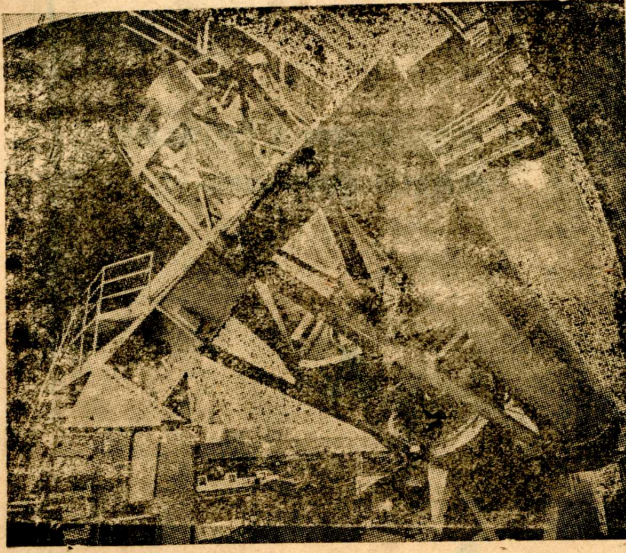


चित्र क्र. - ४ : किट पीक डोंगरावरची १६० इंच व्यासाची दुर्बिणी (किटपीक राष्ट्रीय वनशाळाच्या सौजन्याने)

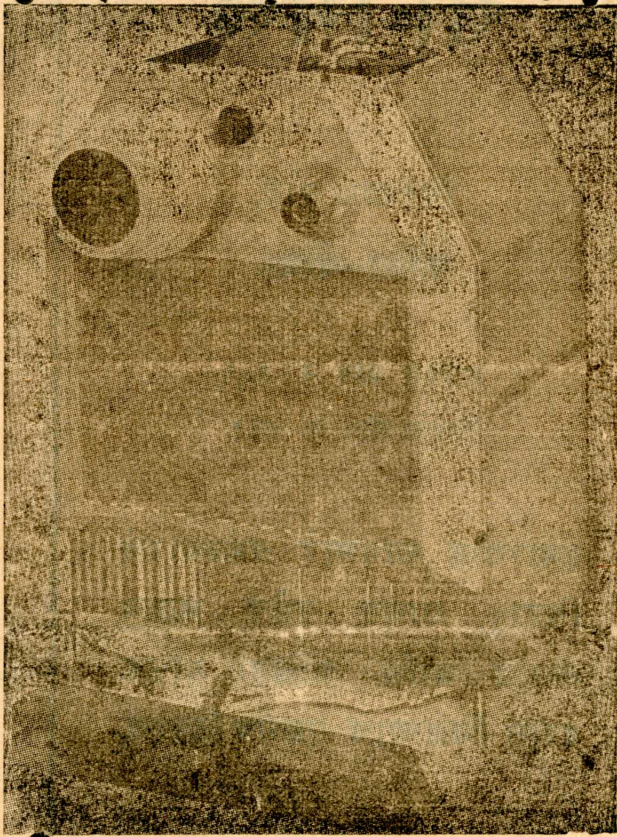
केलेले अंतर-सुमारे शंभर वर्षे त्रिलोमॅटर) चित्रक्रमांक-३ मध्ये ह्या दुर्बिणीचे छायाचित्र आहे

गेल्या वीस वर्षांत इलेक्ट्रॉनिक्स मध्ये जी नेत्रदीपक प्रगती झाली आहे तिचा उपयोग खगोल शास्त्रज्ञाने आपल्या दुर्बिणी अधिक कार्यक्षम करण्यासाठी केला त्यामुळे गेल्या दहा वर्षांत बांधलेल्या दुर्बिणी हेल् दुर्बिणीपेक्षा अधिक कार्यक्षमरीत्या रचण्यात आल्या अशा दोन दुर्बिणी चित्रक्रमांक ४ व ५ मध्ये दाखवल्या आहेत.

चित्र क्र. ४ मधील किट पीकवरची दुर्बिणी १६० इंच व्यासाची आहे व तिचे उद्घाटन १९७४ मध्ये झाले. त्यापूर्वी अशाच धर्तीवर एक दुर्बिणी १५० इंच व्यासाची इंग्लंड व ऑस्ट्रेलिया ह्या दोन देशांच्या सहाकार्याने ऑस्ट्रेलियात १९७३ पासून काम करू लागली होती. इलेक्ट्रॉनिक्सच्या अनेक किम्या ह्या दोन दुर्बिणीत आहेत. परंतु त्यावर ताण म्हणजे १९८० च्या सुमारास अस्तित्वात आलेली एम. एम. टी. ह्या आद्याक्षराने ओळखला जाणारी चित्र क्र. ५ मधील दुर्बिणी ह्या दुर्बिणीत सहा छोटे आरसे असले तरी त्याची एकंदर प्रकाशग्रहण क्षमता सुमारे १७५ इंच व्यासाच्या एका मोठ्या आरशा-



चित्र क्र. - ३ : २०० इंच व्यासाची हेल दुर्बिण कॅलिफोर्नियात माउंट पॅलोमारवर आहे. ( हेल वेधशाळेच्या सौजन्याने )



चित्र क्र. - ९ : उदरू उग्रहातील अ किरणे ग्रहण करणारे यंत्र (नासा च्या सौजन्याने)

इतकी आहे. प्रत्येक आरंभामुळे उमटलेले बिंब कंप्यूटर द्वारे नोंदवले जाते आणि साही बिंबात साठवलेली माहिती एकत्रित करण्याचे कामही कंप्यूटरच करतो.

जितकी मोठी दुर्बिण तितकी तिची प्रकाशग्रहण क्षमता जास्त. पुढील वीस वर्षांत ३०० इंच व ५०० इंच व्यासाच्या दुर्बिणी बांधाव्यात असे प्रकल्प सध्या पुढे येत आहेत. परंतु दुर्बिणीं ती ग्रहण केलेल्या प्रकाशात जी माहिती साठवलेली आहे तिची छाननी करायला अद्यावत् उभारणं पाहिजेत. मानवी चक्षू पेक्षा फोटोग्राफिक प्लेट, तिच्यामुळे इमेज ट्यूब, तिच्या पुढे सा. सी. डी. ( चार्ज कपलड डिव्हाइस ) असे तंत्रज्ञानाचे फायदे ह्या दुर्बिणांत वापरले जातात. मोठ्या दुर्बिणी बांधून जुनाट उपकरणे वापरणे म्हणजे स्टॅरिओ रेकॉर्ड जून्या ग्रामोफोन वर चालवण्यासारखे आहे.

## रेडिओ दुर्बिणी

दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी गॅलिलिओच्या काळापासून अस्तित्वात आल्या. त्या तुलनेने प्रकाशाच्या इतर स्वरूपांचा वापर करून तयार होणाऱ्या दुर्बिणी अगदी अलिकडल्या म्हटल्या पाहिजेत. १९३०-४० च्या काळात कार्ल जान्स्की याने रेडिओ अँटॅना उभारून अंतराळाचे वेध घेतले. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात रडार नावाच्या अभियंत्याने स्वतःच्या बगोच्यात रेडिओ दुर्बिण उभारली. ह्या महायुद्धात रेडार मध्ये झालेल्या प्रगतिचा फायदा खगोल शास्त्रज्ञांना मिळाला व युद्धोत्तर काळात रेडिओ दुर्बिणींचा विकास होऊ लागला.

मार्टिन राइल याने केंब्रिजमध्ये, बर्नर्ड लव्हेल याने मॅन्चेस्टर जवळ जॉर्डेल बँक येथे तर बर्नर्ड मिलर याने ऑस्ट्रेलियात रेडिओ दुर्बिणी दाखवली आहे. रेडिओ लहरींची तरंग लांबी दृश्य प्रकाशाच्या लहरींपेक्षा पुष्कळ जास्त असल्याने रेडिओ दुर्बिणी त्याच प्रमाणात अधिक विशाल असाव्या लागतात. गोविंद स्वरूप यांच्या निदर्शनाखाली बांधलेली ऊटकपंड मधोल रेडिओ दुर्बिण चित्र क्रमांक - ७ मध्ये पहा. हिची लांब ५५० मीटर असून हिचा अक्ष पृथ्वीच्या उत्तर

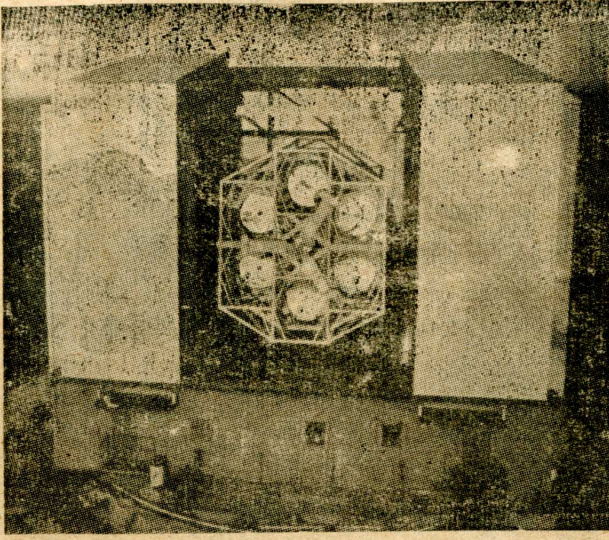
DECREASING WAVELENGTH →

RADIO WAVES	MICRO WAVES	INFRA-RED	VISIBLE LIGHT	ULTRA-VIOLET	X RAYS	GAMMA RAYS
-------------	-------------	-----------	---------------	--------------	--------	------------

← INCREASING FREQUENCY

Fig. 2

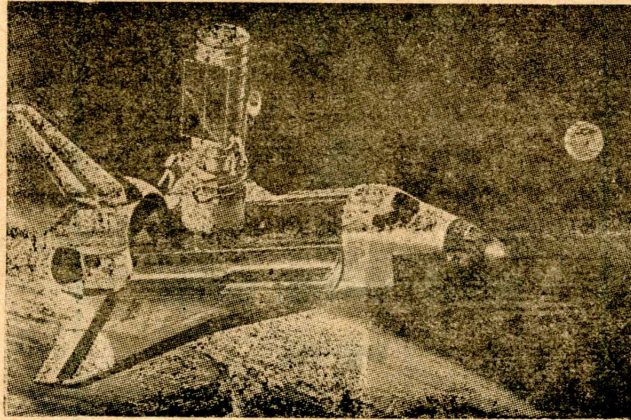
चित्र क्र. - २ : रेडिओ पासून प्रकाशाची सर्वे रूपे दाखवली आहेत. सर्वात कमी तरंग लांबी गामा किरणांची. त्या उलट प्रकाशाची वारंवारता रेडिओ लहरींपासून गामा किरणांपर्यंत वाढत जाते. ( चित्र मापला घेऊ नवी )



चित्र क्र. - ५ : मल्टिपल मिरर टेलिस्कोप ( एम. एम. टी. ) हा अँरिझोनातील माऊंट हॉपकिंसवर आहे. ( स्टुवर्ड वेधशाळा व स्मिथसोनियन खगोल भौतिक केंद्राच्या सौजन्याने )

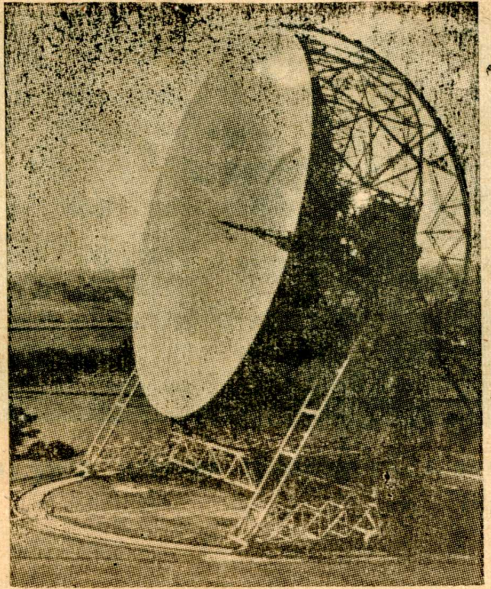
दक्षिण अक्षाच्या समोरील आहे त्यामुळे पृथ्वी किरण असताना आकाशाचा एक ठराविक पट्टा ह्या दुर्बिणीच्या कवचात येतो ही दुर्बिण १९७० च्या सुमारास तयार झाली

जगातील सर्वांत प्रचंड रेडिओ दुर्बिण चित्रक्रमांक- ८ मध्ये दाखवली आहे. व्ही. एल्. ए. म्हणून वाद्याक्षराने ओळखली जाणारी ही दुर्बिण १९७९ मध्ये तयार झाली इंग्रजां वायू आकड्यांच्या आकाराच्या रूळांवर २७ दुर्बिणींना हासवून कवचात आणता वायूच्या प्रत्येक वाहूची लांबी सुमारे २० किलोमीटर इतकी आहे. ह्या दुर्बिणी एका



चित्र क्र. - ११ : अंतराळातली दुर्बिण ही कोर्लंबियासहज यानातून अंतराळात धाडण्यात येणार आहे. ( नासा च्या सौजन्याने )

रेषमा : दिपावली १९८६



चित्र क्र. - ६ : जॉइंटवॅक येथील दुर्बिण ( जॉइंटवॅक वेधशाळेच्या सौजन्याने )

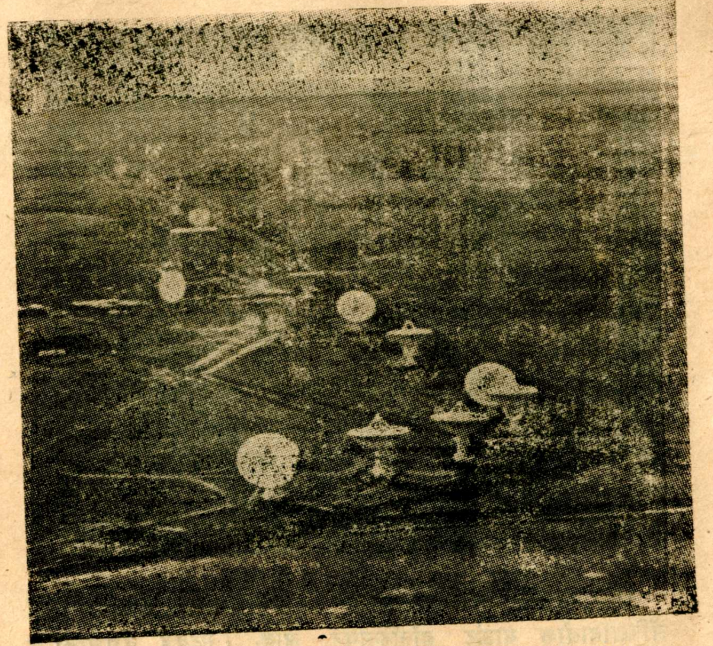
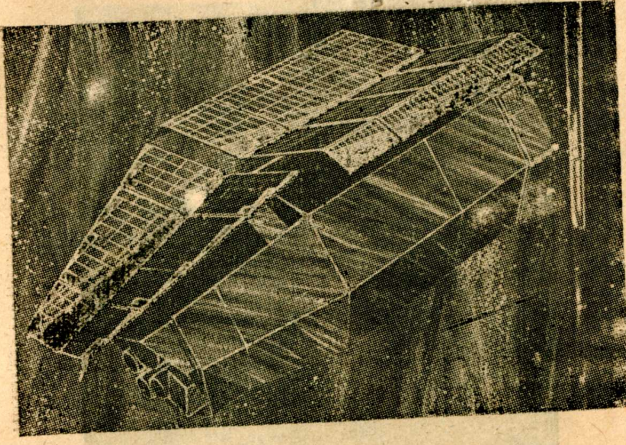
कंप्यूटर द्वारे नियंत्रित केल्या जाणात. रेडिओ लहरी फक्तणाच्या आकाशगंगा व क्वेसार हे आतून काढून घेण्यात यावद्दल महत्वाची माहिती ही दुर्बिण पुरवीत आहे.

१९७० च्या सुमारास वेगवेगळ्या देशातल्या रेडिओ दुर्बिणी एकमेकांशी संपर्क ठेवून एकत्र वेध घेतील अशी एक नवी योजना सुरू झाली. व्ही. एल्. बी. आय. ( व्ही. एल्. बी. आय. लाईन बेस लाइन इंटर फेरॉ मेटरी ) हे त्या प्रकल्पाचे नाव. ह्या प्रकल्पापुढे लांबच्या रेडिओ स्त्रोतांचे सूक्ष्म निरीक्षण शक्य झाले आहे. दान हजार किलोमीटर अंतरावरून पुस्तकात लिहिलेली अक्षरे स्पष्ट वाचता येतील काय? अंतराळातल्या रेडिओ माहितीचे ह्या दुर्बिणींचे आकलन इतके कार्यक्षम झाले आहे.

### अंतराळातून घेतलेले

दृश्य प्रकाश, रेडिओ लहरी आणि इन्फ्रारेड किरणांचे काही प्रकार वगळल्यास बाकी सर्व प्रकारचा प्रकाश अंतराळातून पृथ्वीकडे येताना वायुमंडलात वाटेतच शोषला जातो. त्यामुळे हा प्रकाश बापरून वेध घेण्यासाठी खगोलशास्त्रज्ञांना अंतराळात वायुमंडलावर जावे लागते. अर्थात् हे वेध शक्य झाले ते अंतराळ तंत्रज्ञानामुळे.

१९७३ मध्ये कोपर्निकस च्या पाचव्या जन्मशताब्दी निमित्त एक उपग्रह अंतराळात सोडण्यात आला, ज्याच्यात अल्ट्राव्हायोलेट किरणांचे वेध घेणे शक्य होते. त्यानंतर दोन वर्षांनी त्याहून मोठी अल्ट्राव्हायोलेट दुर्बिण इंटरनॅशनल अल्ट्राव्हायोलेट एक्सप्लोरर ह्या उपग्रहाद्वारे अंतराळात सोडण्यात आली. १९७३ च्या सुमारास गामा किरणांचे वेध देखील घेणे शक्य झाले.



चित्र क्र. - १० : आइन्स्टाईन वेधशाळेचा उपग्रह (नासाच्या सौजन्याने)

चित्र क्र. - ८ : व्हेरी लार्ज अॅरे (व्ही. एल. ए.) ही न्यू मेक्सिको मधील सोकोरो जवळची प्रचंड रेडियो दुर्बिण (राष्ट्रीय रेडियो खगोलशास्त्रीय वेधशाळेच्या सौजन्याने)

मात्र सर्वात प्रेक्षणीय कामगिरी क्ष किरणांच्या खगोल शास्त्रज्ञांनी करून दाखवली. १९७२ च्या डिसेंबर मध्ये केनिया स्वतंत्र झाला तेव्हा तेथून उडुरू ( म्हणजे स्वाहिली भाषेत 'स्वातंत्र्य.' ) हा उपग्रह सोडण्यात आला. त्यात क्ष किरणांचे स्रोत शोधणारे यंत्र होते. ह्या उपग्रहाने अंतराळातल्या क्ष किरण स्रोतांची पृष्कळ माहिती गोळा केली. ह्या उपग्रहातले यंत्र चित्र क्रमांक-९ मध्ये दाखवले आहे.

१९७९ च्या सुमारास अलबर्ट आइन्स्टाईन च्या जन्मशताब्दी निमित्त 'आइन्स्टाईन वेधशाळा' ह्या नावाने एक क्ष किरणे ग्रहण करणारा उपग्रह सोडण्यात आला ( पहा चित्र क्रमांक-१० ) ह्या उपग्रहाने केवळ दोन वर्षांच्या कालखंडात इतके वेध घेतले की त्यांचा आढावा घेण्याचे काम अजून चालू आहे. क्ष किरण सोडणाऱ्या आकाशांगा, क्षेत्रसार, इत्यादी ह्या उपग्रहाने टिपून घेतले आणि विश्वात प्रचंड ऊर्जेचे स्रोत असल्याची जाणीव खगोलशास्त्रज्ञांना झाली.

त्याचप्रमाणे विश्वाच्या रचनेबद्दल, उत्पत्तीबद्दल व संभाव्य अंताबद्दलचे खगोल शास्त्रज्ञांचे कयास अंतराळातील वेधांमुळे बदलू लागतील का ?

ह्या प्रश्नाचे उत्तर पुढल्या वक्त्रात मिळेल.



### अंतराळातली दुर्बिण

पृथ्वी भोवतालच्या वायुमंडळावर गले को अंतराळ स्वच्छ, स्पष्ट आणि काळेभोर दिसते. त्यात चकाकणाऱ्या तारका जितक्या अचूकपणे न्याहाळता येतात तितक्या अचूकपणे त्या पृथ्वीतलावरून दिसत नाहीत. म्हणून दृश्य प्रकाश ग्रहण करणारी २३ इंच व्यासाची एक दुर्बिण अंतराळात घाडण्याची एक महत्वाकांक्षी योजना १९८५-८६ मध्ये साकार होत आहे. ह्या अंतराळ दुर्बिणीचे मॉडेल चित्र क्रमांक-११ मधील छायाचित्रात दाखवले आहे. चित्र क्र. १ मधील हेल दुर्बिण जितक्या लांब पाहू शकते त्याच्या सातपट लांबीचा पल्ला ही अंतराळ दुर्बिण गाठू असा शास्त्रज्ञांचा तर्क आहे.

आतापर्यंत पृथ्वीतलावर राहून अंतराळ पाहणारे खगोलशास्त्रज्ञ कूपमंडूकाच्या अवस्थेत होते. त्यांतून ते वर यऊ पहात आहेत. कूपमंडूकाने बाह्यजगाचा घेतलेला अंदाज ; कितपत अचूक असतो ?

दिपावली शुभेच्छा -

★ ★

नालंदा पब्लिशिंग इंडस्ट्री

देवनार.