

## 18. अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी



- प्रकाशाची रूपे
- दुर्बिणी व दुर्बिणींचे प्रकार
- अवकाशातील दुर्बिणी
- भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्रो)



थोडे आठवा.

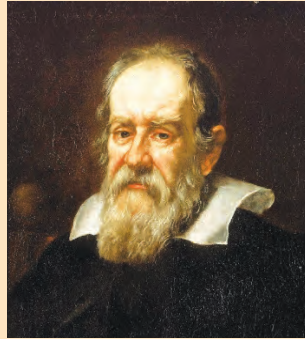
1. आकाश व अवकाश यांमध्ये काय फरक आहे?
2. अवकाश निरीक्षण म्हणजे काय? त्याचे काय महत्त्व आहे?

फार प्राचीन काळापासून मानवाने सूर्य आणि रात्रीच्या आकाशातील चंद्र, तारकांकडे कुतूहलाने पाहायला सुरुवात केली. साध्या डोळ्यांनी केलेली निरीक्षणे आणि अफाट कल्पनाशक्ती यांच्या साहाय्याने त्याने डोळ्यांनी दिसणारे आकाश समजून घेण्याचा प्रयत्न केला. आकाशातील ताऱ्यांची, नक्षत्रांची स्थिती काळानुसार बदलते आणि या स्थितीचा आणि ऋतुचक्राचा काहीतरी संबंध आहे हे मानवाच्या लक्षात आले. शेतीसाठी ऋतुचक्राची माहिती आवश्यक असल्याने हे आकाशदर्शन त्याला उपयोगी पडू लागले. नक्षत्रांची स्थिती दर्यावर्दीनासुद्धा दिशादर्शक म्हणून उपयोगी पडू लागली. आकाश निरीक्षणातून निर्माण झालेल्या असंख्य प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यासाठी मानवाची धडपड सुरू झाली. परंतु आकाशातील ग्रह अथवा तारे अधिक जवळून पाहण्यासाठी त्यास कोणतेही उपकरण उपलब्ध नव्हते.

गॅलिलीओच्या दुर्बिणीनंतर गेल्या 400 वर्षात दुर्बिणी तंत्रज्ञानात आणि एकंदरच अवकाश शास्त्र आणि तंत्रज्ञानात मानवाने घेतलेल्या प्रचंड झेपेमुळे आज या विश्वाचे अत्यंत विस्मयकारी चित्र आपल्यापुढे उभे आहे. संशोधनासाठीच नव्हे तर आपल्या दैनंदिन जीवनातील अनेक सोई-सुविधांसाठी अवकाश शास्त्र व तंत्रज्ञान आज आपल्या उपयोगी पडत आहे. अवकाश निरीक्षणासाठी दुर्बिणीचा उपयोग केला जातो. परंतु एकाच दुर्बिणीच्या साहाय्याने अवकाशाचे संपूर्ण निरीक्षण करता येईल का? अवकाश निरीक्षणासाठी वेगवेगळ्या दुर्बिणी का वापराव्या लागतात? अवकाशातही दुर्बिणी उभारल्या जातात का? अशा अनेक गोष्टींपाठीमागील विज्ञान आपण या पाठात अभ्यासणार आहोत.

### परिचय शास्त्रज्ञांचा

चश्मा तयार करणाऱ्या हान्स लिपशे या संशोधकाने 1608 मध्ये दोन भिंगे एकमेकांसमोर धरून पाहिल्यास दुरची वस्तू जवळ दिसते याचा शोध लावला व पहिली दुर्बिणी तयार केली. त्यानंतर 1609 मध्ये गॅलिलीओने दुर्बिणी तयार करून तिचा उपयोग अवकाशाच्या अभ्यासासाठी केला. डोळ्यांनी दिसतात त्यापेक्षा अधिक तारे या अवकाशात आहेत हे त्याच्या लक्षात आले. दुर्बिणीच्या मदतीने त्याने गुरूचे 4 उपग्रह, सूर्यावरील डाग इत्यादींचे शोध लावले.



### प्रकाशाची विविध रूपे

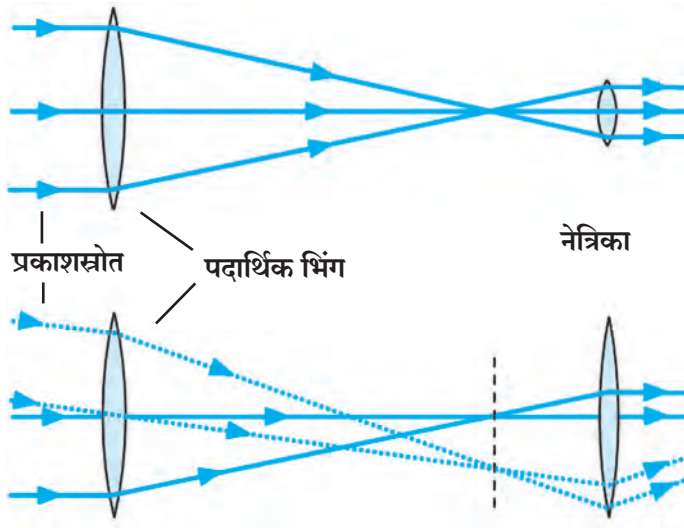
प्रकाश म्हणजे विद्युत चुंबकीय प्रारणे असून तरंगलांबी (Wavelength) हा प्रकाशाचा एक गुणधर्म आहे. ज्या प्रकाशाची तरंगलांबी जवळपास 400 nm ते 800 nm मध्ये आहे, तोच प्रकाश आपला डोळा 'पाहू' शकतो. त्यालाच आपण दृश्य प्रकाशतरंग म्हणतो. परंतु या तरंगलांबी व्यतिरिक्त तरंगलांबी असलेला प्रकाशही आहे जो आपण पाहू शकत नाही. कारण आपले डोळे त्या किरणांसाठी संवेदनशील नाहीत. यासाठी पुढील तक्ता अभ्यासा.

रूप	तरंगलांबी
रेडीओ लहरी (Radio Waves)	सुमारे 20 cm हून जास्त
सूक्ष्मलहरी (Micro Waves)	0.3 mm – 20 cm
अधोरक्तलहरी (Infrared Waves)	800 nm – 0.3 mm
दृश्य प्रकाशकिरणे (Visible light Rays)	400 nm – 800 nm
अतिनील किरणे (Ultraviolet Rays)	300 pm – 400 nm
क्ष-किरणे (X-rays)	3 pm – 300 pm
गॅमा किरणे (Gamma Rays)	3 pm पेक्षा कमी

1 nm(नॅनोमीटर)= $10^{-9}$  m आणि 1 pm(पिकोमीटर)=  $10^{-12}$  m

यापैकी फक्त 'दृश्य' प्रकाशकिरणे पाहण्याची क्षमता आपल्या डोळ्यांमध्ये आहे. त्यामुळे अवकाशातून येणारा 'दृश्य' प्रकाश पाहण्यासाठी आपण 'दृश्य-प्रकाश दुर्बिणी' म्हणजेच साधे भिंग किंवा आरशापासून बनविलेली दुर्बिणी वापरतो. परंतु अनेक खगोलीय वस्तूंपासून दृश्य प्रकाशाव्यतिरिक्त इतर प्रकारचा प्रकाशही निघतो. रेडीओ-लहरी, क्ष-किरण, गॅमा किरण इत्यादी प्रकारचे प्रकाशकिरण ग्रहण करण्यासाठी आणि त्यांच्या स्रोतांचा अभ्यास करण्यासाठी आपल्याला वेगवेगळ्या दुर्बिणींची गरज भासते.

## दुर्बिणी (Telescopes)



18.1 भिंगाची रचना करून बनवलेली दुर्बिणी

### दृश्य प्रकाश दुर्बिणी (Optical Telescopes)

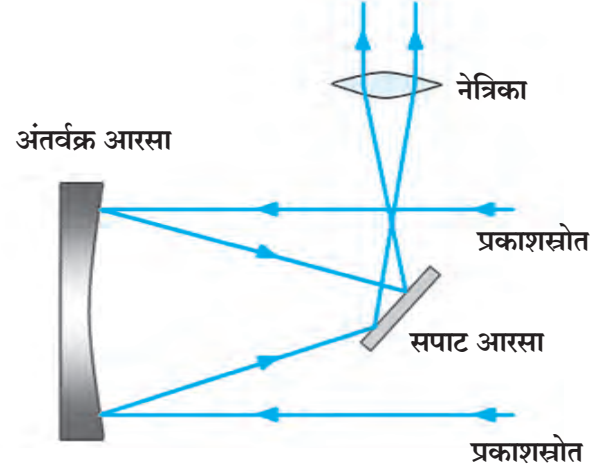
अधिकतर दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये दोन किंवा अधिक भिंगांचा वापर केलेला असतो. आकृती 18.1 पहा. खगोलीय वस्तूंपासून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकवटला जावा म्हणून पदार्थीय भिंग मोठ्या आकाराचे असते या एकवटलेल्या प्रकाशापासून खगोलीय वस्तूची विशाल प्रतिमा तयार करणारे भिंग, म्हणजेच नेत्रिका भिंग लहान आकाराचे असते. प्रकाशकिरणे वातावरणातून भिंगात किंवा भिंगातून वातावरणात जाताना आपला मार्ग बदलतात. म्हणजेच त्यांचे वक्रीभवन होते. म्हणून या दुर्बिणींना **वक्रीभवक दुर्बिणी (Refracting Telescope)** म्हणतात.

भिंगाच्या साहाय्याने वस्तूच्या प्रतिमांची निर्मिती कशी होते याचा अभ्यास आपण पुढील वर्षी करणार आहोत. सामान्य आकाश निरीक्षणासाठी या प्रकारची दृश्य प्रकाश दुर्बिणी उपयुक्त ठरत असली तरी यात काही अडचणीसुद्धा आहेत.

1. स्रोताकडून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकत्र करून स्रोताची तेजस्वी प्रतिमा मिळवायची असेल तर पदार्थीय भिंगाचा व्यास जास्तीत जास्त मोठा असणे आवश्यक असते. परंतु अशी मोठी भिंगे बनवणे अवघड तर असतेच शिवाय त्यांचे वजनही खूप वाढते व त्यांचा आकार बदलतो.
2. दुर्बिणीची दोन भिंगे दोन विरुद्ध टोकाला असल्याने भिंगाचा आकार वाढतो तशी दुर्बिणीची लांबीही वाढते.
3. भिंगांद्वारे तयार झालेल्या प्रतिमामध्ये रंगांच्या त्रुटी असतात.

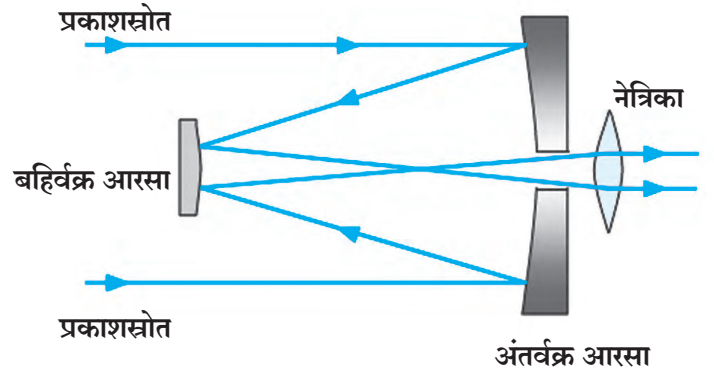
दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये येणाऱ्या अडचणी दूर करण्यासाठी अंतर्वक्र आरशापासून दुर्बिणी बनवण्यात येतात. यामध्ये प्रकाशाचे अंतर्वक्र आरशाद्वारे परावर्तन (Reflection) होत असल्याने या दुर्बिणींना 'परावर्तक-दुर्बिणी' (Reflecting Telescope) म्हणतात. यामध्ये, वस्तूची तेजस्वी प्रतिमा मिळवण्यासाठी मोठे आरसे अत्यावश्यक असतात. परंतु मोठे आरसे बनवणे तुलनेने सोपे आहे. शिवाय अनेक तुकडे जोडूनही मोठे आरसे बनवता येतात. त्यांचे वजनही तेवढ्याच आकाराच्या भिंगापेक्षा कमी असते. आरशांद्वारे तयार झालेल्या प्रतिमेत रंगाची त्रुटी नसते. साध्या डोळ्यांनी कधीच पाहू शकणार नाही असे अतिदूर असलेले तारे (Stars) आणि दीर्घिका (Galaxies) आपण अशा प्रचंड दुर्बिणीतूनच पाहू शकतो.

अंतर्वक्र आरशांवर आधारित दुर्बिणीमध्ये न्यूटन पद्धतीची व कॅसेग्रेन पद्धतीची दुर्बिणी प्रचलित आहे. आकृती 18.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे न्यूटन पद्धतीत अवकाशातून येणारे प्रकाशकिरण अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तित होतात. हे परावर्तित किरण आरशाच्या नाभीपाशी एकत्र येण्याआधी एक सपाट आरसा त्यांचा मार्ग बदलतो. त्यामुळे हे किरण दुर्बिणीच्या दंडगोलाच्या लंब दिशेला एका बिंदूत एकत्र येतात. तेथे असलेल्या 'नेत्रिका' नावाच्या विशिष्ट भिंगाद्वारे आपण वस्तूची वर्धित प्रतिमा पाहू शकतो.



18.2 न्यूटन पद्धतीची दुर्बिणी

आकृती 18.3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे कॅसेग्रेन पद्धतीतही अंतर्वक्र आरसाच वापरलेला असतो. मात्र इथे अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तित झालेले किरण एका बहिर्वक्र आरशाद्वारे पुन्हा अंतर्वक्र आरशाकडेच परावर्तित होतात व अंतर्वक्र आरशाला त्याच्या केंद्रापाशी असलेल्या छिद्राद्वारे पलीकडे जाऊन नेत्रिकेवर पडतात. नेत्रिकेच्या साहाय्याने आपण स्रोताची वर्धित प्रतिमा पाहू शकतो.



18.3 कॅसेग्रेन पद्धतीची दुर्बिणी

भारतात दोन मीटर व्यास आरसा असलेल्या काही दुर्बिणी अनेक वर्षांपासून कार्यरत आहेत. भारतातील सर्वात मोठी 3.6 मीटर व्यासाची दुर्बिणी आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान शोध संस्थान, नैनिताल ह्या संस्थेत स्थित आहे. ही आशियातील दृश्य प्रकाशाची सर्वात मोठी दुर्बिणी आहे.



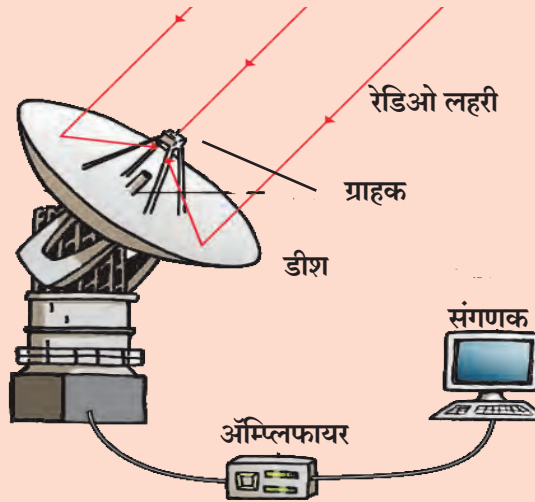
## रेडिओ दुर्बीण (Radio Telescope)

अनेक खगोलीय वस्तूंपासून दृश्य प्रकाशाशिवाय रेडिओ लहरी सुद्धा निघतात. या लहरी आपण साध्या डोळ्यांनी पाहू शकत नाही. म्हणून या लहरी ग्रहण करण्यासाठी विशिष्ट दुर्बीणीचा वापर होतो. त्यांना रेडिओ दुर्बीण (Radio Telescope) म्हणतात. रेडिओ दुर्बीण एका विशिष्ट आकाराच्या (Paraboloid आकार) डिश पासून अथवा अशा अनेक डिशच्या संचापासून बनलेली असते. दृश्य-प्रकाश दुर्बीणी प्रमाणेच या डिशच्या वक्रपृष्ठभागावरून रेडिओ लहरी परावर्तित होतात आणि त्या डिशच्या नाभीकेंद्रापाशी एकत्रित केल्या जातात. तेथे या लहरी ग्रहण करू शकणारे एक यंत्र (Receiver) बसवलेले असते. यंत्राने ग्रहण केलेली माहिती संगणकाला दिली जाते. संगणक या माहितीचे विश्लेषण करून या रेडिओ लहरींच्या स्रोताच्या स्वरूपाचे चित्र तयार करतो. आपल्या घरावरील डीश अँटेना याचप्रकारे कार्य करतो.

पुण्याजवळ नारायणगाव इथे Giant Meter-Wave Radio Telescope (GMRT) या नावाची महाकाय रेडिओ दुर्बीण उभारण्यात आलेली आहे. ग्रह ताऱ्यांपासून येणाऱ्या, मीटरमध्ये तरंगलांबी असणाऱ्या रेडिओ तरंगांचा वापर करून खगोलीय वस्तूंचा अभ्यास करण्यासाठी ही दुर्बीण उभारण्यात आली आहे. ही दुर्बीण म्हणजे 30 पॅराबोला आकाराच्या दुर्बीणींचा समूह आहे. यातील प्रत्येक दुर्बीणीचा व्यास 45 मीटर आहे. या दुर्बीणीला महाकाय दुर्बीण म्हटले जाते. याचे कारण म्हणजे यातील 30 दुर्बीणींची रचना 25 km पसरलेल्या क्षेत्रात केली आहे. ही रचना म्हणजे जणू काही 25 km व्यास असलेली एक दुर्बीणच होय. म्हणजेच 25 km व्यास असलेल्या दुर्बीणीद्वारे जी माहिती मिळाली असती ती माहिती या 30 दुर्बीणींच्या समूहाद्वारे मिळते! GMRT ही भारतीय वैज्ञानिक व तंत्रज्ञांनी कमीत कमी खर्चात निर्माण केलेली जागतिक दर्जाची संशोधन सुविधा आहे. या दुर्बीणीद्वारे सूर्यमाला, सौरवारे, स्पंदक, महास्फोटक व ताऱ्यादरम्यान असलेल्या हायड्रोजन ढगांचा अभ्यास केला जातो. ह्या दुर्बीणींचा उपयोग करण्यासाठी जगभरातून शास्त्रज्ञ भारतात येतात.



(अ)



(ब)

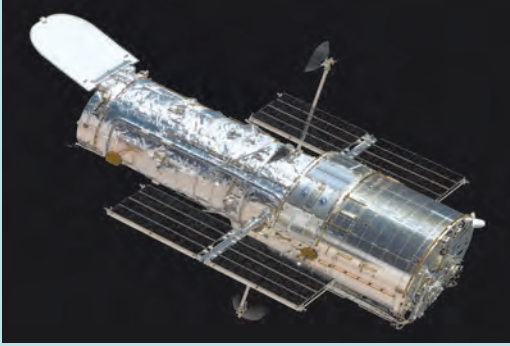
### 18.4 (अ) रेडिओ दुर्बीणीची रचना (ब) रेडिओ दुर्बीणीचे छायाचित्र

## अवकाशातील दुर्बीणी (Telescopes in Space)

अवकाशातून विविध खगोलीय वस्तूंकडून येणारा दृश्य-प्रकाश व रेडिओ लहरी पृथ्वीच्या वातावरणातून भूपृष्ठापर्यंत पोहोचू शकतात. त्यामुळे दृश्य-प्रकाश व रेडिओ दुर्बीणी या भूपृष्ठावर उभारण्यात येतात. परंतु अशा भूपृष्ठावरील दुर्बीणीद्वारे चांगल्या प्रतीची निरीक्षणे करण्यामध्ये काही अडचणी आहेत.

अवकाशातून दृश्य प्रकाश वातावरणातून प्रवास करून पृथ्वीतलावर पोहोचतो. या प्रवासादरम्यान या प्रकाशाचे वातावरणात शोषण होते व आपल्यापर्यंत पोहोचणाऱ्या प्रकाशाची तीव्रता कमी होते. दुसरी अडचण अशी की वातावरणातील तापमान व दाब यांच्यातील बदलांमुळे वातावरणात खळबळ होत असेल तर त्यातून येणारे दृश्यप्रकाश किरण स्थिर राहात नाहीत. एवढेच नाही, तर दिवसा सूर्यप्रकाश असल्याने आकाश-निरीक्षण शक्य होत नाही. ढगाळलेले वातावरण, रात्रीच्या वेळी शहरातील दिव्यांचा प्रकाश या गोष्टी सुद्धा आकाश निरीक्षणात अडथळा आणतात. या अडचणी कमी करण्यासाठी दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी पहाडांवर निर्जन जागी स्थापन करण्यात येतात. परंतु ह्या सर्व अडचणी पूर्णपणे टाळायच्या असतील तर अशी दृश्यप्रकाश दुर्बिण अवकाशातच बसवायला हवी! अवकाशात या साऱ्या अडचणी नसल्याने, प्रकाशकिरणांच्या स्रोताची मिळणारी प्रतिमा अतिशय सुस्पष्ट आणि स्थिर असेल. ही कल्पना शास्त्रज्ञांनी प्रत्यक्षात उतरवली.

1990 साली अमेरिकेच्या नासा (N.A.S.A.) संस्थेने हबल या दृश्यप्रकाश दुर्बिणीचे अवकाशात प्रक्षेपण केले. ही दुर्बिण 94 इंच व्यासाची असून भूपृष्ठापासून 569 किलोमीटर अंतरावरून पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालते आहे. अजूनही ही दुर्बिण कार्यक्षम असून, या दुर्बिणीच्या सहाय्याने केलेल्या निरीक्षणामुळे अनेक महत्त्वाचे शोध लागले आहेत.



क्ष-किरण ग्रहण करून त्यांच्या स्रोतांचा अभ्यास करण्यासाठी 1999 साली अमेरिकेच्या नासा संस्थेने चंद्रा क्ष-किरण दुर्बिण अवकाशात सोडली. क्ष-किरण परावर्तित करू शकतील अशा विशिष्ट आरशांचा उपयोग या दुर्बिणीत केला गेला. या चंद्रा दुर्बिणीने तारे व दीर्घिका यांच्याविषयी खूप उपयुक्त माहिती मिळवून दिली आहे. चंद्रा हे नाव प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिक चंद्रशेखर सुब्रमण्यम् यांच्या सन्मानार्थ दिले आहे.



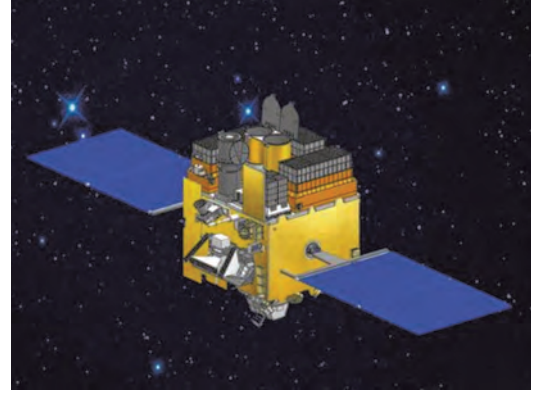
### भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्रो) Indian Space Research Organization (ISRO), बेंगलूरू.

या संस्थेची स्थापना 1969 मध्ये करण्यात आली असून येथे मुख्यतः कृत्रिम उपग्रह तयार करण्यासाठी व त्यांचे प्रक्षेपण करण्यासाठी आवश्यक तंत्रज्ञान विकसित केले जाते. आजपर्यंत इस्रोने अनेक उपग्रहांचे यशस्वीरीत्या प्रक्षेपण केले आहे. स्वतंत्र भारताच्या यशस्वी कार्यक्रमांमध्ये इस्रोचे कार्य अग्रगण्य आहे.

भारताने अंतराळशास्त्रात केलेल्या प्रगतीचे राष्ट्रीय व सामाजिक विकासात मोठे योगदान आहे. दूरसंचार (Telecommunication), दूरचित्रवाणी प्रसारण (Television Broadcasting) आणि हवामानशास्त्र-सेवा (Meteorological services) यासाठी INSAT व GSAT उपग्रह मालिका कार्यरत आहे. यामुळे देशात सर्वत्र दूरचित्रवाणी, दूरध्वनी आणि इंटरनेट सेवा उपलब्ध होऊ शकली. याच मालिकेतील EDUSAT उपग्रह तर फक्त शिक्षणक्षेत्रासाठी वापरला जातो. देशातील नैसर्गिक संसाधनांचे नियंत्रण आणि व्यवस्थापन (Monitoring and Management of Natural Resources) आणि आपत्ती व्यवस्थापन (Disaster Management) यासाठी IRS उपग्रह मालिका कार्यरत आहे. संकेतस्थळ : [www.isro.gov.in](http://www.isro.gov.in)

## अॅस्ट्रोसॅट (Astrosat)

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्राद्वारा 2015 मध्ये अॅस्ट्रोसॅट या कृत्रिम उपग्रहाचे प्रक्षेपण करण्यात आले. या उपग्रहावर अतिनील किरणे व क्ष-किरणे ग्रहण करणाऱ्या दुर्बिणी व उपकरणे बसवण्यात आलेली आहेत. यांचे अधिकांश भाग भारतातच तयार केले आहेत. अशा प्रकारचा जगातला हा एक अद्वितीय उपग्रह आहे. यांद्वारे मिळवलेली माहिती वापरून भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ अवकाशातील विविध घटकांवर शोधकार्य करित आहेत.



माहिती मिळवा.

हबल व चंद्रा दुर्बिणींप्रमाणे इतरही अनेक दुर्बिणी अवकाशात कार्यरत आहेत. त्यांची माहिती मिळवा.

## स्वाध्याय



### 1. रिकाम्या जागी योग्य शब्द लिहा.

- अ. दृश्य प्रकाशाची तरंगलांबी सुमारे .....ते .....मध्ये असते  
आ. GMRT चे कार्य .....लहरींवर अवलंबून आहे..  
इ. क्ष-किरणांच्या एका दुर्बिणीला .....या शास्त्रज्ञाचे नाव दिलेले आहे.  
ई. अवकाश निरीक्षणासाठी दुर्बिणीचा वापर सर्वप्रथम .....या शास्त्रज्ञाने केला.  
उ. भारतातील दृश्य प्रकाशाची सर्वात मोठी दुर्बिणी .....येथे स्थित आहे.

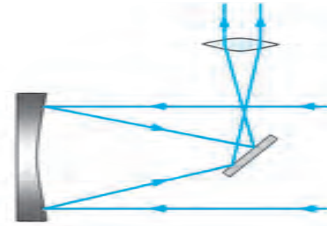
### 2. जोड्या लावा

- |                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| अ गट                        | ब गट      |
| अ. क्ष-किरण                 | a. GMRT   |
| आ. दृश्य प्रकाश दुर्बिणी    | b. इस्रो  |
| इ. भारतीय रेडिओ दुर्बिणी    | c. हबल    |
| ई. कृत्रिम उपग्रह प्रक्षेपण | d. चंद्रा |

### 3. भूपृष्ठावर ठेवलेल्या दृश्य प्रकाश दुर्बिणी वापरण्यात येणाऱ्या अडचणी कोणत्या ? या अडचणी कशा दूर करता येतात ?

### 4. अंतर्वक्र आरसा, सपाट आरसा, बहिर्वक्र आरसा व भिंग या साहित्याचा वापर करून कोणत्या पद्धतीच्या दुर्बिणी बनवणे शक्य आहे. त्याची रेखाकृती काढा.

### 5. आकृतीचे निरीक्षण करून उत्तरे लिहा.



- अ. चित्रात दाखवलेली दुर्बिणी कोणत्या पद्धतीची आहे ?  
आ. दुर्बिणीच्या मुख्य भागांना नावे द्या  
इ. दुर्बिणी कोणत्या प्रकारच्या आरशावर आधारित आहे.  
ई. या प्रकारच्या आरशावर आधारित दुसऱ्या पद्धतीच्या दुर्बिणीचे नाव काय आहे ?  
उ. वरील दुर्बिणीचे कार्य कसे चालते ?

### 6. खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

- अ. गॅलिलिओच्या दुर्बिणीची रचना स्पष्ट करा.  
आ. रेडिओ दुर्बिणीची रचना स्पष्ट करा.  
इ. दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणी पहाडावर निर्जन जागी का उभारण्यात येतात ?  
ई. क्ष-किरणांची दुर्बिणी पृथ्वीवर कार्यरत का होऊ शकत नाही ?

### उपक्रम :

भारतातील विविध वेधशाळांची माहिती मिळवा व वर्गात सादर करा.

