18. अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी

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

थोडे आठवा.

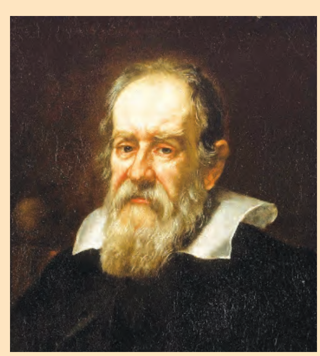
1. आकाश व अवकाश यांमध्ये काय फरक आहे?
2. अवकाश निरीक्षण म्हणजे काय? त्याचे काय महत्त्व आहे?

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 दर्यावर्दींनासुद्धा 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 दुर्बीण 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 निरिक्षणासाठी दुर्बिणीचा उपयोग केला जातो. परंतू एकाच दुर्बिणीच्या साहाय्याने अवकाशाचे संपूर्ण निरिक्षण 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 लिपर्शे या संशोधकाने 1608 मध्ये दोन भिंगे एकमेकांसमोर धरून पाहिल्यास दुरची वस्तू जवळ दिसते याचा शोध लावला व पहिली दुर्बीण तयार केली. त्यानंतर 1609 मध्ये गॅलिलिओने दुर्बीण तयार करून तिचा उपयोग अवकाशाच्या अभ्यासासाठी केला. डोळयांनी 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

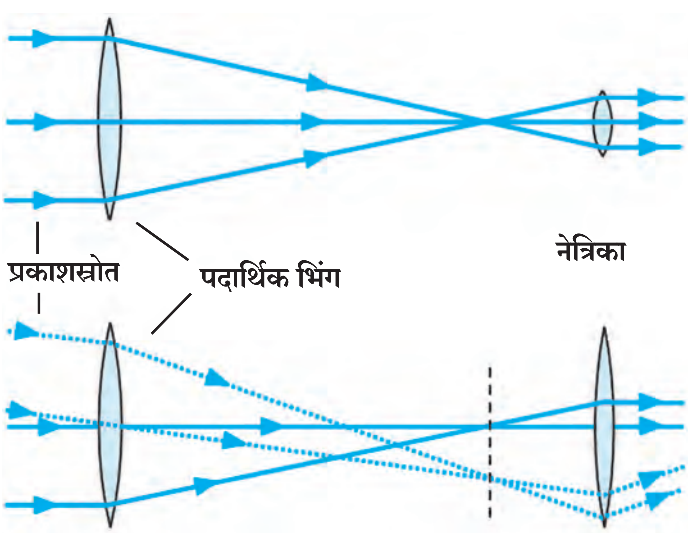
प्रकाश म्हणजे विदयुत चुंबकीय प्रारणे असून **तरंगलांबी** (Wavelength) हा प्रकाशाचा एक गुणधर्म आहे. ज्या प्रकाशाची तरंगलांबी जवळपास 400 nm ते 800 nm मध्ये आहे, तोच प्रकाश आपला डोळा 'पाहू' शकतो. त्यालाच आपण दृश्य प्रकाशतरंग म्हणतो. परंतु या तरंगलांबी व्यतिरिक्त तरंगलांबी असलेला प्रकाशही आहे जो आपण पाहू 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 दुर्बीण 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 दुर्बीण

दृश्य प्रकाश दुर्बिणी (Optical Telescopes)

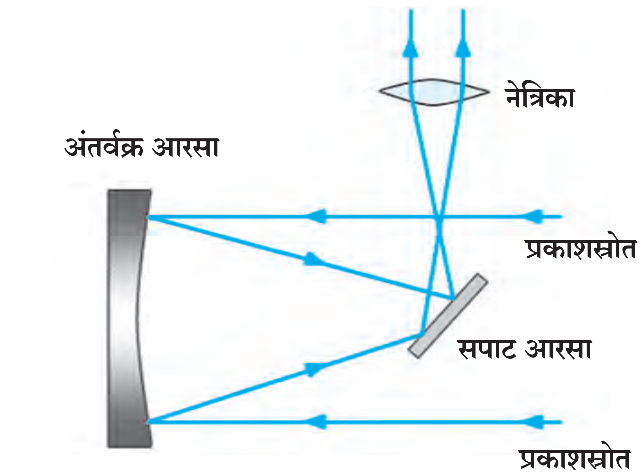
अधिकतर दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये दोन किंवा अधिक भिंगाचा वापर केलेला असतो. आकृती 18.1 पहा. खगोलीय वस्तूंपासून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकवटला जावा म्हणून पदार्थीय भिंग मोठया आकाराचे असते या एकवटलेल्या प्रकाशापासून खगोलीय वस्तूची विशाल प्रतिमा तयार करणारे भिंग, म्हणजेच नेत्रिका भिंग लहान आकाराचे असते.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

भिंगाच्या साहाय्याने वस्तूंच्या प्रतिमांची निर्मिती कशी होते याचा अभ्यास आपण पुढील वर्षी करणार आहोत. सामान्य आकाश निरीक्षणासाठी या प्रकारची दृश्य प्रकाश दुर्बीण 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.

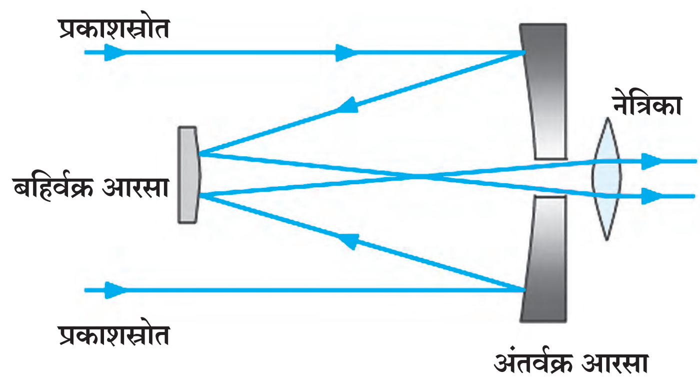
दृश्य प्रकाश दुर्बिणीमध्ये येणाऱ्या अडचणी दूर करण्यासाठी अंतर्वक्र आरशापासून दुर्बिणी बनवण्यात येतात. यामध्ये प्रकाशाचे अंतर्वक्र आरशाद्वारे **परावर्तन** (Reflection) होत असल्याने या दुर्बिणींना **'परावर्तक-दुर्बिणी'** (Reflecting Telescope) म्हणतात. यामध्ये, वस्तूची तेजस्वी प्रतिमा मिळवण्यासाठी मोठे आरसे अत्यावश्यक असतात. परंतु मोठे आरसे बनवणे तुलनेने सोपे आहे. शिवाय अनेक तुकडे जोडूनही मोठे आरसे बनवता येतात. त्यांचे वजनही तेवढ्याच आकाराच्या भिंगांपेक्षा 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 दुर्बिणींमध्ये न्यूटन पद्धतीची व कॅसेग्रेन पद्धतीची दुर्बीण प्रचलित आहे. आकृती 18.2 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे न्यूटन पद्धतीत अवकाशातून येणारे प्रकाशकिरण अंतर्वक्र आरशावरून परावर्तीत 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 दुर्बीण

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. नेत्रीकेच्या साहाय्याने आपण स्रोताची वर्धित प्रतिमा पाहू शकतो.



18.3 कॅसेग्रेन पद्धतीची दुर्बीण

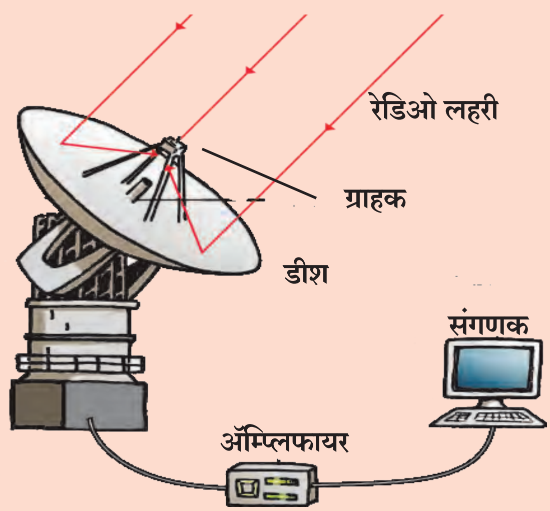
भारतात दोन मीटर व्यास आरसा असलेल्या काही दुर्बिणी अनेक वर्षांपासून कार्यरत आहेत. भारतातील सर्वांत मोठी 3.6 मीटर व्यासाची दुर्बीण आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान शोध संस्थान, नैनिताल ह्या संस्थेत स्थित आहे. ही आशियातील दृश्य प्रकाशाची सर्वांत मोठी दुर्बीण आहे.

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 दुर्बिणींचा वापर होतो. त्यांना **रेडीओ 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 रेडीओ 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 रेडीओ दुर्बीण उभारण्यात आलेली आहे. ग्रह ताऱ्यांपासून येणाऱ्या, मीटरमध्ये तरंगलांबी असणाऱ्या रेडिओ तरंगांचा वापर करून खगोलीय वस्तुंचा अभ्यास करण्यासाठी ही दुर्बीण उभारण्यात आली आहे. ही दुर्बीण म्हणजे 30 पॅराबोला आकाराच्या दुर्बिणींचा समूह आहे. यातील प्रत्येक दुर्बिणीचा व्यास 45 मीटर आहे. या दुर्बिणीला महाकाय दुर्बीण म्हटले जाते. याचे कारण म्हणजे यातील 30 दुर्बिणींची रचना 25 km पसरलेल्या क्षेत्रात केली आहे. ही रचना म्हणजे जणू काही 25 km व्यास असलेली एक दुर्बीणच होय. म्हणजेच 25 km व्यास असलेल्या दुर्बिणीद्वारे जी माहिती मिळाली असती ती माहिती या 30 दुर्बिणींच्या समूहाद्वारे मिळते! GMRT ही भारतीय वैज्ञानिक व तंत्रज्ञांनी कमीत कमी खर्चात निर्माण केलेली जागतिक दर्जाची संशोधन सुविधा आहे. या दुर्बिणीद्वारे सूर्यमाला, सौरवारे, स्पंदक, महास्फोटक व ताऱ्यादरम्यान असलेल्या हायड्रोजन ढगांचा अभ्यास केला जातो. ह्या दुर्बिणींचा उपयोग करण्यासाठी जगभरातून शास्त्रज्ञ भारतात येतात.

(अ)



(ब)

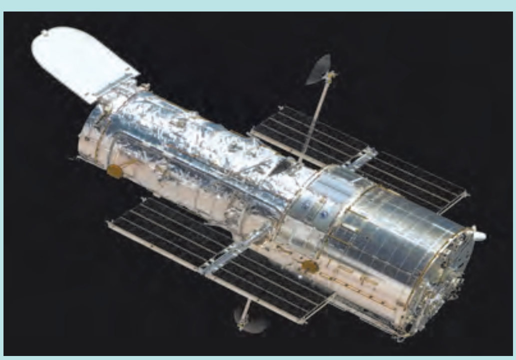
18.4 (अ) रेडिओ दुर्बिणीची रचना (ब) रेडिओ दुर्बिणीचे छायाचित्र

अवकाशातील दुर्बिणी (Telescopes in Space)

अवकाशातून विविध खगोलीय वस्तूंकडून येणारा दृश्य-प्रकाश व रेडिओ लहरी पृथ्वीच्या वातावरणातून भूपृष्ठापर्यंत पोहोचू शकतात. त्यामुळे दृश्य-प्रकाश व रेडिओ दुर्बिणी या भूपृष्ठावर उभारण्यात येतात. परंतु अशा भूपृष्ठावरील दुर्बिणींद्वारे 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 दुर्बीण 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 दुर्बीण 94 इंच व्यासाची असून भूपृष्ठापासून 569 किलोमीटर अंतरावरून पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालते आहे. अजूनही ही दुर्बीण कार्यक्षम असून, या दुर्बिणीच्या सहाय्याने केलेल्या निरीक्षणामुळे अनेक महत्वाचे शोध लागले आहेत.



क्ष-किरण ग्रहण करून त्यांच्या स्रोतांचा अभ्यास करण्यासाठी 1999 साली अमेरिकेच्या नासा संस्थेने चंद्रा क्ष-किरण दुर्बीण 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.

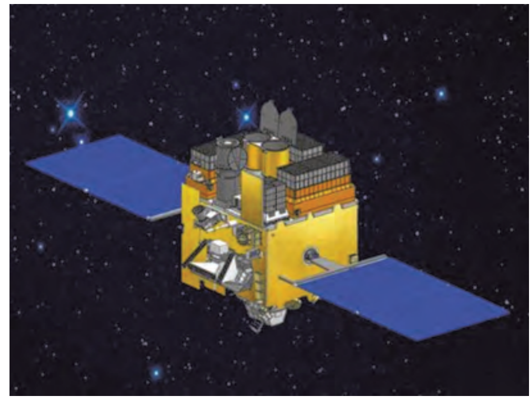
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्त्रो) Indian Space Research Organization (ISRO), बेंगलूरू.

या संस्थेची स्थापना 1969 मध्ये करण्यात आली असून येथे मुख्यत: कृत्रिम उपग्रह तयार करण्यासाठी व त्यांचे प्रक्षेपण करण्यासाठी आवश्यक तंत्रज्ञान विकसित केले जाते. आजपर्यंत इस्रोने अनेक उपग्रहांचे यशस्वीरीत्या प्रक्षेपण केले आहे. स्वतंत्र भारताच्या यशस्वी कार्यक्रमामध्ये 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. यामुळेच 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

ॲस्ट्रोसॅट (Astrosat)

भारतीय अंतरीक्ष अनुसंधान केंद्राद्वारा 2015 मध्ये ॲस्ट्रोसॅट 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 अदवितीय उपग्रह आहे.यांद्वारे मिळवलेली माहिती वापरून भारतीय खगोलशास्त्रज्ञ अवकाशातील विविध घटकांवर शोधकार्य करीत आहेत.



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

FKY4Q7

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 दुर्बीण ....येथे स्थित आहे.

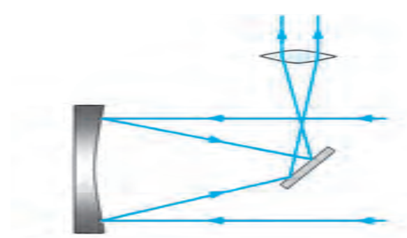
2. **जोड्या लावा**

अ गट	ब गट
अ. क्ष-किरण	a. GMRT
आ. दृश्य प्रकाश दुर्बीण	b. इस्रो
इ. भारतीय रेडिओ दुर्बीण	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 दुर्बीण कोणत्या पद्धतीची आहे ?
   - आ. दुर्बिणीच्या मुख्य भागांना नावे दया
   - इ. दुर्बीण 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 दुर्बीण पृथ्वीवर कार्यरत का होऊ शकत नाही ?

उपक्रम :

भारतातील विविध वेधशाळांची माहिती मिळवा व वर्गात सादर करा.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान – शैक्षणिक नियोजन

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान या विषयासाठी पाठ्यपुस्तकात एकूण 18 प्रकरणांचा समावेश करण्यात आला असून यातील पहिली 10 प्रकरणे प्रथम सत्रासाठी तर उर्वरीत 8 प्रकरणे द्‌वितीय सत्रासाठी आहेत. अभ्यासक्रमानुसार दोन्ही सत्रांसाठी विज्ञान आणि तंत्रज्ञान या विषयाचे दोन स्वतंत्र भाग आहेत. भाग–1 व भाग–2 यांचे विस्तृत विश्लेषण खालील तक्त्यात देण्यात आले आहे. त्यानुसारच प्रकरणांची रचना करण्यात आली आहे. भाग–1 मध्ये भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र, तर भाग–2 मध्ये जीवशास्त्र व विज्ञानाशी संबंधित असणाऱ्या पर्यावरण, अवकाश, हवामान, आपत्ती व्यवस्थापन आणि माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान या अत्यंत वेगाने विकसित झालेल्या व मानवी जीवनावर प्रभाव टाकणाऱ्या अविभाज्य विषयांचा समावेश केलेला आहे.

प्रथम सत्र तसेच द्‌वितीय सत्रातील भाग–1 मध्ये भौतिकशास्त्र व रसायनशास्त्र व भाग–2 मध्ये जीवशास्त्र व संबंधित इतर विषयांचा समावेश असला तरी शिक्षकांनी विज्ञान आणि तंत्रज्ञान शिकविताना नेहमी एकात्मिक दृष्टिकोनाचा अंगिकार करूनच सातत्याने अध्यापन करावयाचे आहे. विद्‌यार्थी व शिक्षक यांना वार्षिक नियोजनासाठी महत्वाचे मुद्‌दे दिले आहेत .

सत्रनिहाय प्रकरण योजना

प्रथम सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव	प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव
1	गतीचे नियम	6	वनस्पतींचे वर्गीकरण
2	कार्य आणि उर्जा	7	परिसंस्थेतील ऊर्जाप्रवाह
3	धाराविद्‌युत	8	उपयुक्त आणि उपद्रवी सूक्ष्मजीव
4	द्रव्याचे मोजमाप	9	पर्यावरणीय व्यवस्थापन
5	आम्ल, आम्लारी व क्षार	10	माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञान : प्रगतीची नवी दिशा

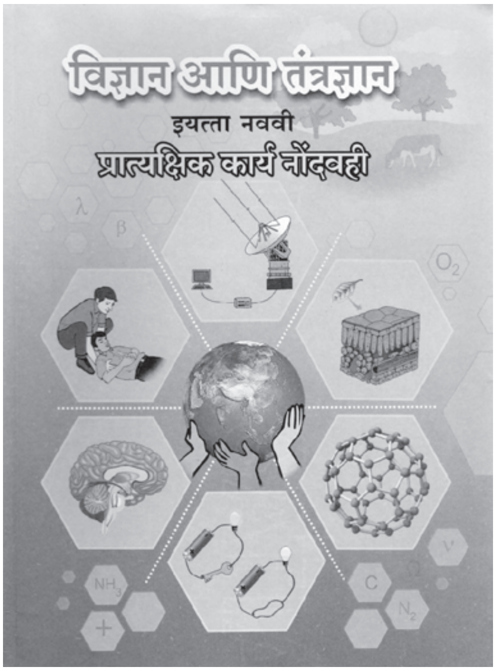
द्‌वितीय सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव	प्र.क्र.	प्रकरणाचे नाव
11	प्रकाशाचे परावर्तन	15	सजीवांमधील जीवनप्रक्रिया
12	ध्वनीचा अभ्यास	16	आनुवांशिकता आणि परिवर्तन
13	कार्बन : एक महत्वाचे मूलद्रव्य	17	जैवतंत्रज्ञानाची ओळख
14	पदार्थ आपल्या वापरातील	18	अवकाश निरीक्षण : दुर्बिणी

1. प्रात्यक्षिक कार्य, लेखी परिक्षा याबाबतची सर्व माहिती स्वतंत्रपणे देण्यात येईल.
2. प्रात्यक्षिक कार्य करताना प्रयोगांसोबतच पाठ्यपुस्तकातील विविध कृती करणे आवश्यक आहे.
3. प्रात्यक्षिक कार्याची नोंद ठेवताना शीर्षक, साहित्य, रसायने, आकृती, कृती, निरीक्षण, अनुमान/निष्कर्ष अशा क्रमाने असावी. पाठ्यपुस्तकातील विविध कृतींचा विचार या पद्‌धतीने करावा.
4. पाठांच्या शेवटी देण्यात आलेले स्वाध्यायाचे प्रश्न हे पाठ्यपुस्तकातील आशयाबरोबर विविध कृती तसेच उपक्रमांवर आधारित असल्याने त्यांची कार्यवाही करताना अपेक्षित उत्तरापर्यंत पोहचण्याचा प्रयत्न करावा.
5. स्वाध्यायानंतर देण्यात आलेले उपक्रम हे या पाठ्यपुस्तकासंदर्भात नवीन असून प्रत्येक उपक्रम स्वतंत्रपणे करावा. त्याचे कार्यवाहीनंतर केलेले लेखन प्रस्तावना, गरज/आवश्यकता, कार्यपद्‌धती, निरीक्षण, अनुमान व निष्कर्ष या क्रमाने असावे.

इयत्ता ९ वी प्रात्यक्षिक नोंदवही

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान



मराठी माध्यम

मूल्य ३५ रूपये

- शासनमान्य अभ्यासक्रम व पाठ्यपुस्तकावर आधारित.
- मूल्यमापन योजनेनुसार सर्व पाठांवर आधारित प्रात्यक्षिकांचा समावेश.
- विविध कृती, चित्रे, आकृत्या इत्यादींनी युक्त.
- वस्तुनिष्ठ/बहुपर्यायी प्रश्नांचा समावेश.
- तोंडी परिक्षेसाठी उपयुक्त प्रश्नांचा समावेश.
- सरावासाठी अधिकचे प्रश्न व उत्तर लिखाणासाठी स्वतंत्र जागा

प्रात्यक्षिक नोंदवह्या पाठ्यपुस्तक मंडळाच्या विभागीय भांडारांमध्ये विक्रीसाठी उपलब्ध आहेत.

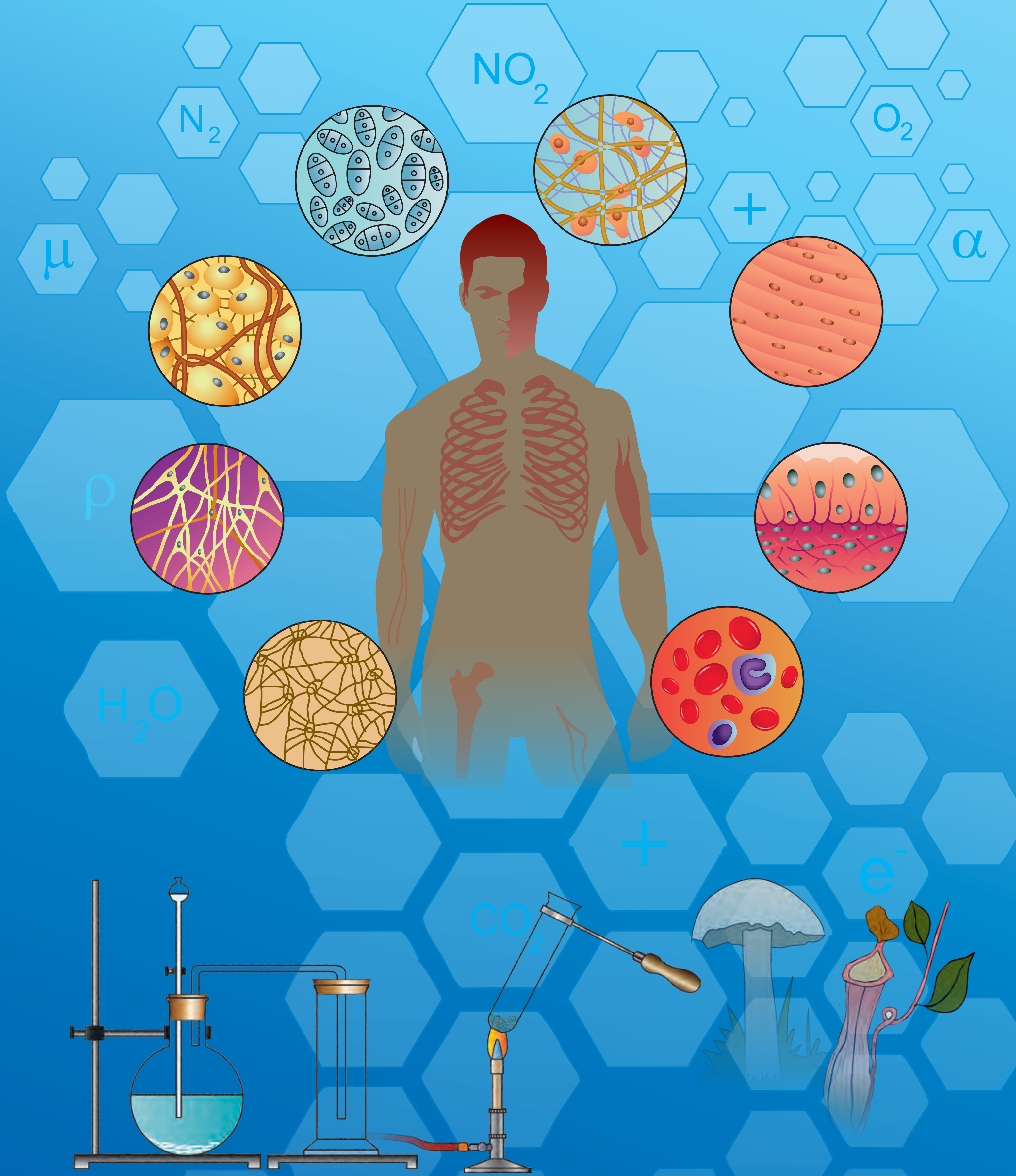
(१) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सेनापती बापट मार्ग, पुणे ४११००४, ☎ २५६५९४६५ (२) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, पी - ४१, औद्योगिक वसाहत, मुंबई-बंगलोर महामार्गावर, सकाळ कार्यालयासमोर, कोल्हापूर ४१६१२२ ☎ २४६८५७६ (३) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, १० उद्योग नगर, एस. व्ही. रोड, गोरेगाव, पश्चिम मुंबई ४०० ०६२ ☎ २८७७१८४२ (४) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सिडको प्लॉट नं. १४, डब्ल्यू सेक्टर १२, वावंजा रोड, न्यू पनवेल, जि. रायगड, पनवेल ४१० २०६ ☎ २७४६२६४६५ (५) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, लेखानगर जवळ, प्लॉट नं. २४, 'माघ' सेक्टर, सिडको, नवीन मुंबई-आग्रा रोड, नाशिक ४२२००९ ☎ २३९१५११ (६) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, एम आय डी सी शेड क्रमांक २ व ३, रेल्वे स्टेशनजवळ, औरंगाबाद ४३१ ००१ ☎ २३३२१७१ (७) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, रवींद्रनाथ टागोर सायन्स कॉलेजसमोर, महाराजा बाग रोड, नागपूर ४४० ००१ ☎ २५४७७१६/२५२३०७८ (८) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, प्लॉट नं, एफ ९१, एम आय डी सी, लातूर ४१३५३१ ☎ २२०९३० (९) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, शांकुतल कॉलनी, व्ही. एम. व्ही. कॉलेजमागे, अमरावती ४४४ ६०४ ☎ २५३०९६५

पाठ्यपुस्तक मंडळ, बालभारती मार्फत इयत्ता १ ली ते १२ वी ई-लर्निंग साहित्य (Audio-Visual) उपलब्ध...

- शेजारील Q.R.Code स्कॅन करून ई-लर्निंग साहित्य मागणीसाठी नोंदणी करा.
- Google play store वरून ebalbharati app डाऊनलोड करून ई लर्निंग साहित्यासाठी मागणी नोंदवा.

www.ebalbharati.in, www.balbharati.in

ebalbharati



महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान इयत्ता नववी (मराठी माध्यम)

₹ १०७.००