18. अंतरिक्ष अवलोकन : दूरबीनें (दूरदर्शी)

- प्रकाश के रूप
- दूरबीन और दूरबीनों के प्रकार
- अंतरिक्ष की दूरबीन
- भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इस्रो)

थोड़ा याद करें

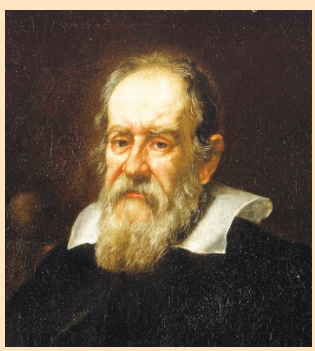
1. आकाश और अंतरिक्ष में क्या अंतर है?
2. अंतरिक्ष अवलोकन का क्या अर्थ है? उसका क्या महत्त्व है?

पुरातन काल से ही मानव ने सूर्य और चंद्रमा, तारों की ओर कौतूहल से देखने की शुरुआत की थी। केवल आँखों द्वारा किए गए अवलोकन और अपार कल्पनाशक्ति की सहायता से उन्होंने आँखों द्वारा दिखने वाले आकाश को समझने का प्रयत्न किया। आकाश में तारों, नक्षत्रों की स्थिति समयानुसार बदलती है। इस आधार पर मानव को समझ में आया कि इस स्थिति और ऋतुचक्र का कुछ न कुछ संबंध है। खेती के लिए ऋतुचक्र की जानकारी आवश्यक होने के कारण यह आकाश दर्शन उसके लिए उपयोगी सिद्ध हुआ। नक्षत्रों की स्थिति नाविकों को भी दिशादर्शक के रूप में उपयोगी साबित हुई। आकाश अवलोकन से निर्मित हुए असंख्य प्रश्नों के उत्तर खोजने के मानव ने प्रयत्न शुरू किए, परंतु आकाश के ग्रह या तारों को अधिक पास से देखने के लिए मानव के पास कोई भी उपकरण उपलब्ध नहीं था।

गैलिलियो की दूरबीन के बाद पिछले 400 वर्षों में दूरबीन तकनीक और संपूर्ण अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी में मानव द्वारा की गई प्रचंड प्रगति के कारण ही इस विश्व का अत्यंत विस्मयकारी चित्र हमारे सामने उपस्थित है । अनुसंधान के लिए ही नहीं अपितु अपने दैनिक जीवन की सुख-सुविधाओं के लिए आज अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी उपयोगी सिद्ध हो रही है। अंतरिक्ष अवलोकन के लिए दूरबीन का उपयोग किया जाता है परंतु क्या एक ही प्रकार की दूरबीन से अंतरिक्ष का संपूर्ण निरीक्षण किया जा सकता है? अंतरिक्ष अवलोकन के लिए भिन्न-भिन्न दूरबीनों का उपयोग क्यों करना पड़ता है? क्या अंतरिक्ष में भी दूरबीनें स्थापित की जाती हैं? ऐसी अनेक बातों के पीछे छुपे विज्ञान का हम इस प्रकरण में अध्ययन करेंगे।

वैज्ञानिकों का परिचय

चश्मा निर्मित करने वाले अनुसंधानकर्ता हान्स लिपर्शे ने 1608 में यह आविष्कार किया कि दो लैंसों को एक-दूसरे के सामने रखकर देखने पर दूर की वस्तु समीप दिखाई देती है और पहली दूरबीन बनाई। उसके पश्चात 1609 में गैलिलियो ने दूरबीन बनाकर उसका उपयोग अंतरिक्ष के अध्ययन के लिए किया। उन्हें यह स्पष्ट हुआ कि आँखों से देखे जा सकने वाले तारों से अधिक तारे अंतरिक्ष में हैं। दूरबीन की सहायता से उन्होंने गुरु के 4 उपग्रह और सूर्य के दाग इत्यादि की खोज की।



प्रकाश के विविध रूप

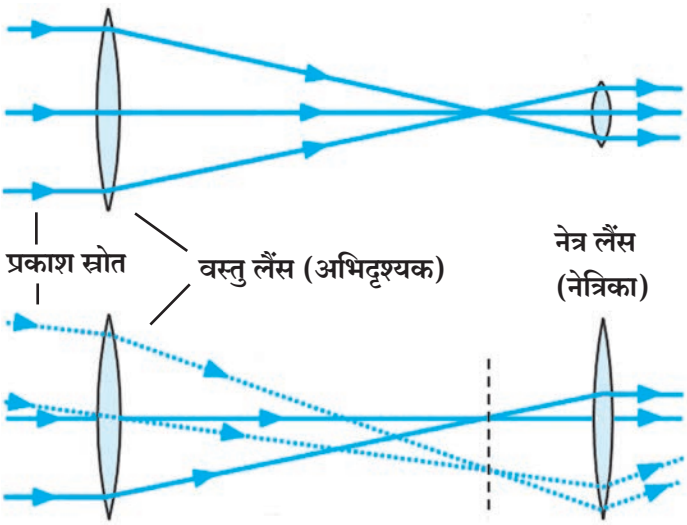
प्रकाश विद्युत चुंबकीय तरंग है। **तरंगदैर्ध्य (Wavelength)** प्रकाश का एक गुणधर्म है। जिस प्रकाश की तरंगदैर्ध्य लगभग 400 nm से 800 nm के बीच होती है, उसी प्रकाश को हमारी आँखें देख सकती हैं। इसे ही हम दृश्य प्रकाश तरंग कहते हैं, परंतु इस तरंगदैर्ध्य के अतिरिक्त अन्य तरंगदैर्ध्य का प्रकाश भी होता है जिसे हम नहीं देख सकते क्योंकि हमारी आँखे उन किरणों के लिए संवेदनशील नहीं हैं। इसके लिए आगे दी गई तालिका का अध्ययन कीजिए।

रूप	तरंगदैर्ध्य
रेडियो तरंगे(Radio Waves)	लगभग 20 cm से अधिक
सूक्ष्म तरंगे (Micro Waves)	0.3 mm – 20 cm
अवरक्त तरंगे (Infrared Waves)	800 nm – 0.3 mm
दृश्य प्रकाश किरणें (Visible light Rays)	400 nm – 800 nm
पराबैंगनी किरणें (Ultraviolet Rays)	300 pm – 400 nm
क्ष-किरणें (X-rays)	3 pm – 300 pm
गामा किरणें (Gamma Rays)	3 pm से कम

1 nm(नैनोमीटर)=10^{-9} m और 1 pm(पिकोमीटर)= 10^{-12} m

इनमें से केवल 'दृश्य' प्रकाश किरणों को देखने की क्षमता हमारी आँखों में है। इसलिए अंतरिक्ष से आने वाले 'दृश्य' प्रकाश को देखने के लिए हम 'दृश्य-प्रकाश दूरबीन' अर्थात सादे लैंस या दर्पण से बनाई गई दूरबीन का उपयोग करते हैं परंतु अनेक खगोलीय पिंडों से दृश्य प्रकाश के अतिरिक्त अन्य प्रकार का प्रकाश भी निकलता है। रेडियों-तरंगें, क्ष-किरणें और गामा किरणें इत्यादि प्रकार की प्रकाश किरणों को ग्रहण करने के लिए और उनके स्रोतों का अध्ययन करने के लिए हमें भिन्न-भिन्न दूरबीनों की आवश्यकता महसूस होती है।

दूरबीनें/दूरदर्शी (Telescopes)



18.1 लैंसों की रचना करके बनाई गई दूरबीन (दूरदर्शी)

दृश्य-प्रकाश दूरबीनें (Optical Telescopes)

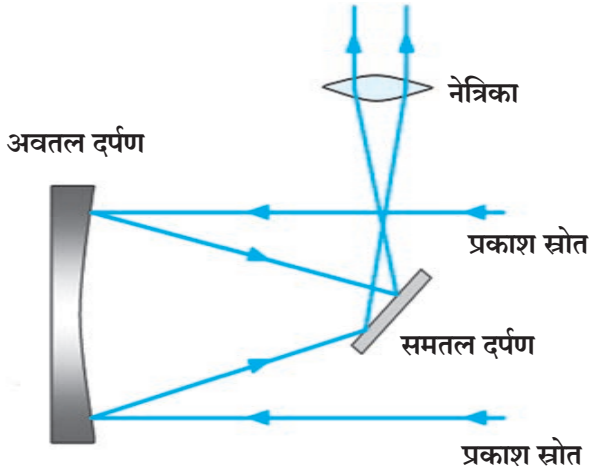
अधिकतर दृश्य-प्रकाश दूरबीनों में दो या अधिक लैंस का उपयोग किया जाता है। आकृति 18.1 देखें। खगोलीय पिंडों से आने वाले अधिकतम प्रकाश को एकत्रित करने के लिए वस्तु लैंस (अभिदृश्यक) का आकार बड़ा होता है। इस एकत्रित प्रकाश से खगोलीय पिंड का विशाल प्रतिबिंब निर्मित करने वाले नेत्र लैंस (नेत्रिका) का आकार छोटा होता है। प्रकाश किरणें वायुमंडल से लैंस में या लैंस में से वायुमंडल में जाते समय अपना मार्ग परिवर्तित करती हैं, अर्थात उनका अपवर्तन होता है। इसलिए इस दूरदर्शी को **अपवर्तक दूरदर्शी (Refracting Telescope)** कहते हैं।

लैंस की सहायता से वस्तुओं के प्रतिबिंब कैसे निर्मित होते हैं, इसका अध्ययन हम आगामी वर्ष में करने वाले हैं। सामान्य आकाश अवलोकन के लिए इस प्रकार की दृश्य प्रकाश दूरबीन उपयुक्त हैं परंतु इसके लिए कुछ कठिनाइयाँ भी हैं।

1. स्रोत से आने वाले अधिकतम प्रकाश को एकत्र करके स्रोत का तेजस्वी (स्पष्ट) प्रतिबिंब प्राप्त करना हो तो वस्तु लैंस का व्यास ज्यादा से ज्यादा बड़ा होना आवश्यक होता है। ऐसे बड़े लैंस को बनाना कठिन तो होता ही है साथ ही उसका वजन भी बहुत बढ़ता है और उसका आकार बदलता है।
2. दूरदर्शी के दोनों लैंस दो विपरीत सिरों पर होने के कारण लैंसों का आकार बढ़ता है जिससे दूरदर्शी की लंबाई भी बढ़ती है।
3. लैंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब में रंगों की त्रुटियाँ भी होती हैं।

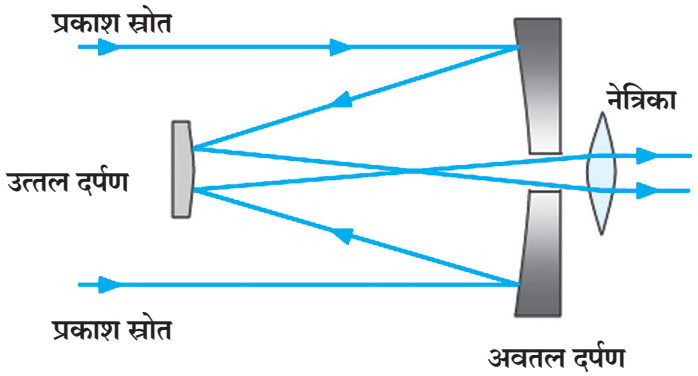
दृश्य-प्रकाश दूरदर्शी में आने वाली कठिनाइयों को दूर करने के लिए अवतल दर्पण से दूरदर्शी बनाए जा सकते हैं। इसमें अवतल दर्पण द्वारा प्रकाश का **परावर्तन** (Reflection) होने के कारण इस दूरदर्शी को **'परावर्तक-दूरदर्शी'** (Reflecting Telescope)कहते हैं। इसमें पिंड का तेजस्वी प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए बड़े दर्पण अत्यावश्यक हैं परंतु बड़े दर्पण बनाना तुलनात्मक दृष्टि से आसान होता है। अनेक टुकड़ों को जोड़कर भी बड़ा दर्पण बनाया जा सकता है। उनका वजन भी उतने ही आकार के लैंस की अपेक्षा कम होता है। दर्पणों द्वारा प्राप्त हुए प्रतिबिंब में रंगों की त्रुटियाँ नहीं होती। निरी आँखों से कभी भी दिखाई न देने वाले अतिदूर स्थित **तारों** (Stars) और **आकाशगंगा** (Galaxies) को हम इस प्रचंड दूरदर्शी से देख सकते हैं।

अवतल दर्पण पर आधारित दूरबीनों में न्युटन पद्धति और कैसेग्रेन पद्धति की दूरबीन प्रचलित हैं। आकृति 18.2 में दिखाए अनुसार न्युटन पद्धति की दूरबीन में अंतरिक्ष से आने वाली प्रकाश किरणें अवतल दर्पण से परावर्तित होती हैं। इन परावर्तित किरणों के दर्पण के नाभि के पास अभिसरित होने के पहले एक समतल दर्पण उनका मार्ग परिवर्तित करता है। इस कारण ये किरणें दूरबीन के बेलन की लंब दिशा में एक बिंदु पर एकत्र आती हैं। वहाँ स्थित 'नेत्रिका' नामक विशेष लैंस द्वारा हम वस्तु का अभिवर्धित प्रतिबिंब देख सकते हैं।



18.2 न्युटन पद्धति की दूरबीन

आकृति 18.3 में दिखाए अनुसार कैसेग्रेन पद्धति में भी अवतल दर्पण का ही उपयोग किया जाता है परंतु यहाँ अवतल दर्पण से परावर्तित होने वाली किरणें एक उत्तल दर्पण द्वारा पुन: अवतल दर्पण की ओर परावर्तित होती हैं और अवतल दर्पण के केंद्र के पास स्थित छिद्र द्वारा दूसरी ओर जाकर नेत्रिका पर आती हैं। नेत्रिका की सहायता से हम स्रोत का अभिवर्धित प्रतिबिंब देख सकते हैं।



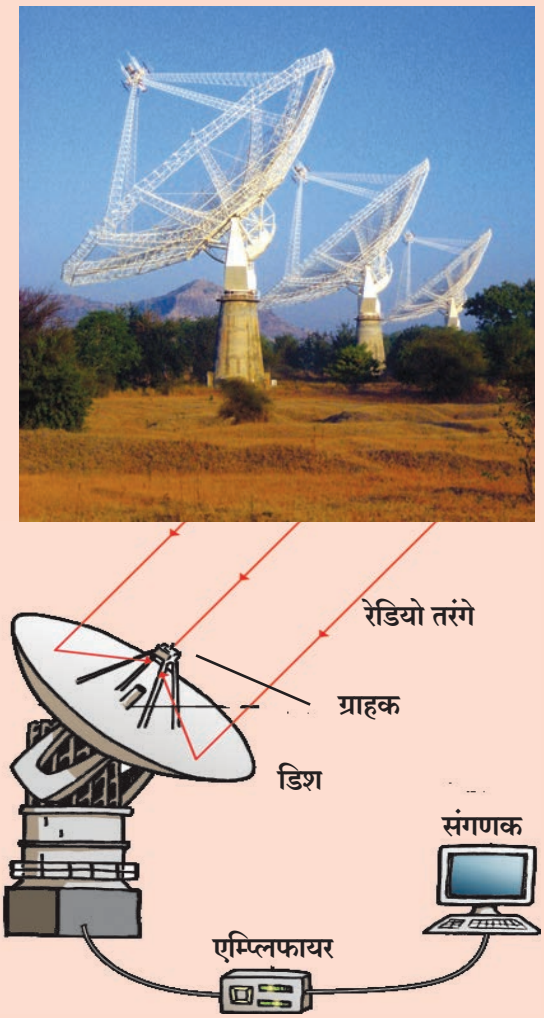
18.3 कैसेग्रेन पद्धति की दूरबीन (दूरदर्शी)

भारत में दो मीटर के व्यास के दर्पण वाली कुछ दूरबीनें अनेक वर्षों से कार्यरत हैं। भारत की सबसे बड़ी 3.6 मीटर व्यास की दूरबीन नैनीताल के आर्यभट्ट प्रेक्षण विज्ञान शोध संस्थान में स्थित है। यह एशिया में दृश्य प्रकाश की सबसे बड़ी दूरबीन है।

रेडियो दूरबीन (Radio Telescope)

अनेक खगोलीय पिंडों से दृश्य प्रकाश के अतिरिक्त रेडियो किरणें भी उत्सर्जित होती हैं। इन तरंगों को हम निरी आँखों से नहीं देख सकते। इसलिए इन तरंगों को ग्रहण करने के लिए विशेष दूरबीनों का उपयोग किया जाता है, इन्हें **रेडियो दूरबीन (Radio Telescope)** कहते हैं। रेडियो दूरबीन एक विशेष आकार **(Paraboloid आकार)** की डिश से या ऐसी अनेक डिश के समूहों से बनी होती है। दृश्य-प्रकाश दूरबीन के समान इस डिश के वक्र पृष्ठभाग से रेडियो तरंगें परावर्तित होती हैं और उस डिश के नाभिकेंद्र के पास अभिसरित होती हैं। वहाँ उन तरंगों को ग्रहण कर सकने वाला एक यंत्र **(Receiver)** लगाया हुआ होता है। यंत्र द्‌वारा ग्रहण की गई जानकारी संगणक को दी जाती है। संगणक इस जानकारी का विश्लेषण कर रेडियो तरंगों के स्रोत के स्वरूप का चित्र निर्मित करता है। हमारे घर का डिश एंटिना इसी प्रकार कार्य करता है।

पुणे के पास नारायणगाँव में **Giant Meter-Wave Radio Telescope (GMRT)** नामक महाकाय रेडियो दूरबीन स्थापित की गई है। ग्रह तारों से आनेवाली मीटर में तरंगदैर्ध्य वाली रेडियो तरंगों का उपयोग करके खगोलीय वस्तु का अध्ययन करने के लिए यह दूरबीन स्थापित की गई है। यह दूरबीन 30 पेराबोला आकार की दूरबीनों का समूह है। इसकी प्रत्येक दूरबीन का व्यास 45 मीटर है। इस दूरबीन को महाकाय दूरबीन कहा जाता है। इसका कारण यह है कि इसमें स्थित 30 दूरबीनों की रचना 25 km के विस्तृत क्षेत्र में की गई है। यह रचना ऐसे प्रतीत होती है जैसे 25 km व्यास की एक ही दूरबीन हो। अर्थात 25 km व्यास वाली दूरबीन द्‌वारा जो जानकारी मिलती है वही जानकारी 30 दूरबीनों के समूह द्‌वारा मिलती है। GMRT भारतीय वैज्ञानिकों और टेक्नीशियनों द्‌वारा कम से कम खर्च में निर्मित विश्व-स्तर की अनुसंधान सुविधा है। इस दूरबीन द्‌वारा सूर्यमाला, सौर हवाएँ, स्पंदक, महाविस्फोट और तारों के मध्य स्थित हाइड्रोजन के बादलों का अध्ययन किया जाता है। इस दूरबीन का उपयोग करने के लिए विश्वभर के वैज्ञानिक भारत में आते हैं।



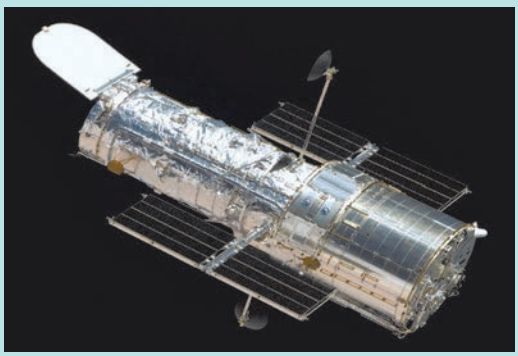
18.4 (अ) रेडिओ दूरबीन की रचना (ब) रेडियो दूरबीन का छायाचित्र

अंतरिक्ष की दूरबीनें (Telescopes in Space)

अंतरिक्ष के विविध पिंडों से आने वाली दृश्य-प्रकाश और रेडियो तरंगें पृथ्वी के वायुमंडल से भूपृष्ठ तक पहुँच सकती हैं। इस कारण दृश्य-प्रकाश और रेडियो दूरबीनों को भूपृष्ठ पर स्थापित किया जाता है परंतु ऐसी भूपृष्ठ की दूरबीनों से अच्छी कोटि के प्रेक्षण करने में कुछ कठिनाइयाँ आती हैं।

अंतरिक्ष से दृश्य-प्रकाश वायुमंडल से होकर पृथ्वीतल पर पहुँचता है। तब प्रकाश का वायुमंडल में अवशोषण होता है और हमारे तक पहुँचने वाले प्रकाश की तीव्रता कम हो जाती है। दूसरी कठिनाई यह है कि वायुमंडल के तापमान व दाब में परिवर्तन के कारण वायुमंडल में उथल-पुथल हो रही हो तब उससे आने वाली दृश्य प्रकाश किरणें स्थिर नहीं रहतीं। इतना ही नहीं, दिन में सूर्यप्रकाश होने के कारण आकाश अवलोकन संभव नहीं हो पाता। बादल युक्त वायुमंडल, रात्रि के समय शहरों के बल्बों का प्रकाश जैसी घटनाएँ भी आकाश अवलोकन करने में कठिनाई उत्पन्न करती हैं। इन परेशानियों को दूर करने के लिए दृश्य प्रकाश की दूरबीनों को पहाड़ों पर निर्जन स्थानों पर स्थापित किया जाता हैं। इन सब कठिनाइयाँ को पूर्ण रूप से दूर करने के लिए दृश्य-प्रकाश दूरबीन को अंतरिक्ष में ही स्थापित करना चाहिए। अंतरिक्ष में ये सब परेशानियाँ नहीं होने के कारण, प्रकाश किरणों के स्रोतों के प्रतिबिंब अत्यंत सुस्पष्ट और स्थिर होंगे। इस संकल्पना को वैज्ञानिकों ने यथार्थ के धरातल पर उतारा।

1990 में अमेरिका के नासा (N.A.S.A.) संस्थान ने दृश्य प्रकाश दूरबीन 'हबल' का अंतरिक्ष में प्रक्षेपण किया। इस दूरबीन का व्यास 94 इंच है तथा यह भूपृष्ठ से 569 किलोमीटर दूरी पर पृथ्वी के परित: परिक्रमा कर रही है। यह दूरबीन अभी भी कार्यक्षम है, इस दूरबीन की सहायता से किए गए अवलोकनों द्वारा अनेक महत्त्वपूर्ण खोजें की गई हैं।



क्ष-किरण ग्रहण करके उनके स्रोतों का अध्ययन करने के लिए वर्ष 1999 में अमेरिका के नासा संस्थान ने क्ष-किरण दूरबीन 'चंद्रा' अंतरिक्ष में छोड़ी। क्ष-किरण परावर्तित कर सकने वाले विशेष दर्पणों का इस दूरबीन में उपयोग किया गया है। इस चंद्रा दूरबीन ने तारों और आकाशगंगा के बारे में बहुत उपयुक्त जानकारी प्राप्त की। 'चंद्रा' यह नाम प्रसिद्ध भारतीय वैज्ञानिक चंद्रशेखर सुब्रमण्यम के सम्मान में दिया गया है।

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

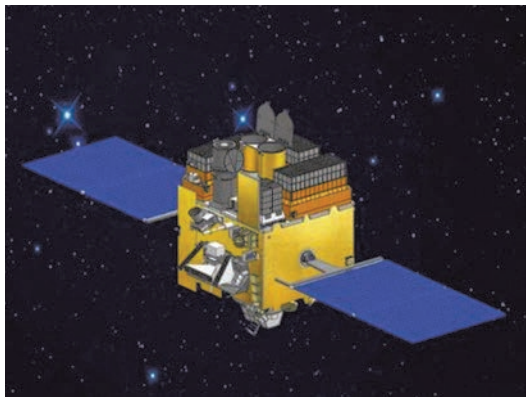
इस संस्थान की स्थापना 1969 में की गई। यहाँ मुख्यत: कृत्रिम उपग्रह निर्मित करने और उनके प्रक्षेपण करने के लिए आवश्यक तंत्रज्ञान विकसित किया जाता है। आज तक इस्रो ने अनेक उपग्रहों का सफलतापूर्वक प्रक्षेपण किया है। स्वतंत्र भारत के यशस्वी कार्यक्रमों में इस्रो के कार्य अग्रगण्य हैं।

भारत द्वारा अंतरिक्ष विज्ञान में की गई प्रगति का राष्ट्रीय और सामाजिक विकास में बड़ा योगदान है। दूरसंचार (Telecommunication), दूरदर्शन प्रसारण (Television Broadcasting) और मौसम विज्ञानसेवा (Meteorological services) के लिए INSAT और GSAT उपग्रह शृंखला कार्यरत है। इस कारण ही देश में सर्वत्र दूरदर्शन, दूरध्वनि और इंटरनेट जैसी सेवाएँ उपलब्ध हो सकी हैं। इसी शृंखला के EDUSAT उपग्रह का तो केवल शिक्षा क्षेत्र के लिए उपयोग किया जाता है। देश के प्राकृतिक संसाधनों का नियंत्रण और व्यवस्थापन (Monitoring and Management of Natural Resources) और आपदा प्रबंधन (Disaster Management) के लिए IRS उपग्रह शृंखला कार्यरत है।

संकेतस्थल : www.isro.gov.in

एस्ट्रोसॅट (Astrosat)

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र द्वारा 2015 में एस्ट्रोसेट नामक कृत्रिम उपग्रह का प्रक्षेपण किया गया। इस उपग्रह पर पराबैंगनी किरणें और क्ष-किरणें ग्रहण करने वाली दूरबीनें और उपकरण लगाए गए हैं। इसके अधिकांश भाग भारत में ही तैयार किए गए हैं। यह विश्व का एक द्वितीय उपग्रह है। इसके द्वारा मिलने वाली जानकारी का उपयोग कर भारतीय खगोल वैज्ञानिक अंतरिक्ष के विभिन्न घटकों पर अनुसंधान कार्य कर रहे हैं।



जानकारी प्राप्त कीजिए

हबल और चंद्रा दूरबीनों के समान और भी अनेक दूरबीनें अंतरिक्ष में कार्यरत हैं, उनकी जानकारी प्राप्त कीजिए।

MDDCM4

स्वाध्याय

1. रिक्त स्थानों में योग्य शब्द लिखिए।

अ. दृश्य प्रकाश की तरंग लंबाई लगभग ..... से ..... के बीच होती है।

आ. GMRT का कार्य ..... तरंगों पर निर्भर है।

इ. क्ष-किरणों की एक दूरबीन को ..... वैज्ञानिक का नाम दिया गया है।

ई. अंतरिक्ष अवलोकन के लिए दूरबीन का उपयोग सर्वप्रथम ..... वैज्ञानिक ने किया।

उ. भारत की दृश्य प्रकाश की सबसे बड़ी दूरबीन ..... स्थान पर स्थित है।

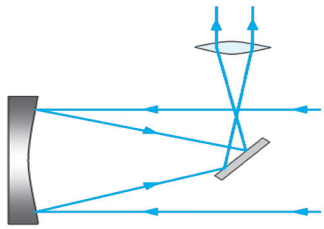
2. जोड़ियाँ मिलाइए।

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

3. भूपृष्ठ पर स्थापित की गई दृश्य प्रकाश दूरबीन का उपयोग करते समय आने वाली कठिनाइयाँ कौन-सी हैं? ये कठिनाइयाँ कैसे दूर की जा सकती हैं?

4. अवतल दर्पण, समतल दर्पण, उत्तल दर्पण और लैंस इन सामग्रियों का उपयोग करके कौन-कौन-सी पद्धतियों की दूरबीनें बनाना संभव है? उसकी रेखाकृति बनाइए।

5. आकृति का अवलोकन करके उत्तर लिखिए।



अ. चित्र में दिखाई गई दूरबीन कौन-सी पद्धति की है?

आ. दूरबीन के मुख्य भागों को नाम दीजिए।

इ. दूरबीन किस प्रकार के दर्पण पर आधारित है?

ई. इस प्रकार के दर्पण पर आधारित दूसरी पद्धति की दूरबीन का नाम क्या है?

उ. उपर्युक्त दूरबीन का कार्य कैसे चलता है?

6. नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर लिखिए।

अ. गैलिलियो की दूरबीन की रचना स्पष्ट कीजिए।

आ. रेडियो दूरदर्शी की रचना स्पष्ट कीजिए।

इ. दृश्य प्रकाश की दूरबीनों को पहाड़ पर निर्जन स्थानों पर क्यों स्थापित किया जाता है?

ई. क्ष-किरणों की दूरबीन पृथ्वी पर क्यों कार्यरत नहीं हो सकती?

उपक्रम :

भारत की विभिन्न वेधशालाओं की जानकारी प्राप्त कीजिए और कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी – शैक्षणिक विन्यास

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विषय की पाठ्यपुस्तक में कुल 18 पाठों का समावेश किया गया है । इनमें से पहले 10 पाठ प्रथम सत्र के लिए और शेष 8 पाठ द्वितीय सत्र के लिए हैं। पाठ्यक्रम के अनुसार दोनों सत्रों के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी विषय के दो अलग-अलग भाग हैं। भाग 1 और भाग 2 का विस्तारपूर्वक विश्लेषण नीचे दी गई तालिका में दिया गया है। इसके अनुसार ही पाठों की रचना की गई हैं। भाग 1 में भौतिक विज्ञान तथा रसायन विज्ञान, जबकि भाग 2 में जीवविज्ञान तथा विज्ञान से संबंधित पर्यावरण, अंतरिक्ष, जलवायु, आपदा प्रबंधन और सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी जैसे अत्यंत वेग से विकसित हुए और मानवीय जीवन पर प्रभाव डालने वाले अविभाज्य विषयों का समावेश किया गया है।

प्रथम सत्र और द्वितीय सत्र के भाग 1 में भौतिक विज्ञान और रसायन विज्ञान तथा भाग 2 में जीवविज्ञान और संबंधित अन्य विषयों का समावेश किया गया है तथापि विज्ञान और प्रौद्योगिकी सिखाते समय शिक्षकों को सदैव एकात्मिक दृष्टिकोण अंगीकृत करके सतत रूप से अध्यापन करना है। विद्यार्थी और शिक्षकों को वार्षिक नियोजन के लिए महत्त्वपूर्ण मुद्दे दिए गए हैं।

सत्रानुसार पाठ योजना

प्रथम सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	पाठ का नाम	प्र.क्र.	पाठ का नाम
1	गति के नियम	6	वनस्पतियों का वर्गीकरण
2	कार्य और ऊर्जा	7	परितंत्र के ऊर्जा प्रवाह
3	धारा विद्युत	8	उपयुक्त और उपद्रवी सूक्ष्मजीव
4	द्रव्य का मापन	9	पर्यावरण व्यवस्थापन
5	अम्ल, क्षारक तथा लवण	10	सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी : प्रगति की नई दिशा

द्वितीय सत्र

भाग 1		भाग 2	
प्र.क्र.	पाठ का नाम	प्र.क्र.	पाठ का नाम
11	प्रकाश का परावर्तन	15	सजीवों की जीवन प्रक्रियाएँ
12	ध्वनि का अध्ययन	16	आनुवंशिकता तथा परिवर्तन
13	कार्बन : एक महत्त्वपूर्ण तत्त्व	17	जैव प्रौद्योगिकी की पहचान
14	हमारे उपयोगी पदार्थ	18	अंतरिक्ष अवलोकन : दूरबीनें (दूरदर्शी)

1. प्रायोगिक कार्य, लिखित परीक्षा के बारें में संपूर्ण जानकारी स्वतंत्र रूप से दी जाएगी।
2. प्रायोगिक कार्य करते समय प्रयोगों के साथ ही पाठ्यपुस्तक की विभिन्न कृतियाँ करना आवश्यक है।
3. प्रायोगिक कार्य शीर्षक, सामग्री, रासायनिक सामग्री, आकृति, कृति (विधि), प्रेक्षण, अनुमान/निष्कर्ष इस क्रमानुसार लिखा जाना चाहिए। पाठ्यपुस्तक कृतियों का विचार इस पद्धति के अनुसार कीजिए।
4. पाठों के अंत में दिए गए स्वाध्याय के प्रश्न पाठ्यपुस्तक की विषय-वस्तु के साथ विभिन्न कृतियों और उपक्रमों पर आधारित होने के कारण उन्हें कार्यान्वित करते समय उत्तर तक पहुँचने का प्रयत्न कीजिए।
5. स्वाध्याय के पश्चात दिए जाने वाले उपक्रम पाठ्यपुस्तक के संदर्भ में नए हैं। प्रत्येक उपक्रम को स्वतंत्र रूप से करें। उसके कार्यान्वन के बाद किया गया लेखन प्रस्तावना, आवश्यकता, कार्यप्रणाली, प्रेक्षण, अनुमान व निष्कर्ष इस क्रमानुसार होना चाहिए।

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान इयत्ता नववी (हिंदी माध्यम)

₹107.00