

(Prerequisites: Pre-test on observations, Star gazing during contact session 1)

## प्रथमिक खगोलशास्त्र

।२।

### खगोलशास्त्र आणि निरीक्षणे

शमिन् पडळकर आणि जयश्री रामदास

खगोलशास्त्रात निरीक्षणांचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. विज्ञानाच्या इतर शाखांमध्ये ज्याप्रमाणे प्रयोगशाळेत प्रयोग करून बघता येतात, तसे प्रयोग खगोलशास्त्रात करता येत नाहीत. सारे अवकाशच प्रयोगशाळा! पण प्रयोग कुठला करायचा, हे आपल्या हातात नाही. अवकाशाची ही प्रयोगशाळा अत्यंत देखणी आहे. ताऱ्यांनी खचाखच भरलेले आकाश तुम्ही बघितले आहे ना? बघितले नसेल तर, अमावस्येच्या निरभ्र रात्री जास्तीत जास्त काळोख्या जागी जा, आणि ताऱ्यांनी मढवलेल्या आकाशाखाली तुमच्या मनाच्या तळातील गूढ आणि निखळ भावना अनुभवा. येवढ्या प्रचंड विस्तारात आपण किती नगण्य आहोत हे जाणवून नतमस्तक व्हा, आणि त्याच वेळी, या साऱ्या पसाऱ्याला पहाण्याची, दाद देण्याची आणि आठवणीत ठेवण्याची दृष्टी आणि बुद्धी मिळाली, म्हणून स्वतःला त्या तारकाजडीत छत्राचे राजा समजा!

एकाद्या नैसर्गिक घटनेला दाद देण्याचे, तिचे सौंदर्य अनुभवण्याचे अनेक प्रकार असतात. त्या घटनेचे चित्र किंवा फोटो काढून ठेवणे, तिचे वर्णन लिहून ठेवणे, तिला संगीतबद्ध करणे, हे जसे रसग्रहण करण्याचे मार्ग आहेत तसेच तिचे शास्त्र समजून घेणे हाही रसग्रहण करण्याचा एक मार्ग आहे. उदाहरणार्थ, आकाशात दिसणाऱ्या घटनांमधील नियमितता समजून घेतली, त्यांचे विवेचन केले, तर त्यामुळे त्यांचे सौंदर्य कमी होत नाही, तर वाढते. ती घटना आपल्या जास्त जवळ येते, आपलीशी होते.

खूप खूप वर्षांपासून, अगदी आदीमानव देखिल आकाशाची निरीक्षणे करत आणि त्यांच्या नोंदी ठेवत. पण तरीही आकाशीय घटना कायमच घडत असतात आणि खूप वर्षांपूर्वीपासून त्या आपल्या संस्कृतिक-सामाजिक जीवनाचा भाग झाल्या आहेत, त्यामुळे आपण त्यांच्याकडे बारकाईने पहात नाही. सूर्य एका ठिकाणी दिसत आहे, तर परत त्याच ठिकाणी दिसण्यासाठी लागणाऱ्या वेळाला 'एक दिवस' म्हणणे आणि एकादा तारा ठराविक वेळी एका ठिकाणी दिसत आहे तर परत त्याच वेळी, त्याच ठिकाणी दिसण्यासाठी लागणाऱ्या काळाला 'एक वर्ष' म्हणणे ही गोष्ट आपल्या इतक्या अंगवळणी पडली आहे की ही एक मुलभूत खगोलशास्त्रीय संकल्पना आहे हे ही आपण अनेकदा विसरून जातो! चला, आपण काही नेहमीच्या खगोलशास्त्रातील घटना जरा बारकाईने बघू आणि त्यांच्या गाभ्यात शिरून पाहू.

हा लेख वाचण्यापूर्वी तुम्ही खगोलशास्त्रातील निरीक्षणांविषयीची चाचणी सोडवली असेल. हा लेख वाचतांना आणि त्यानुसार आकाशनिरीक्षण करतांना त्यातले प्रश्न मनात ठेवा. तुमची उत्तरे बरोबर होती का ते पडताळून बघा, तुम्हाला न आलेली उत्तरे सापडतात का पहा. मुलांना खगोलशास्त्रातील स्पष्टीकरणे शिकवण्याच्या आधी त्यांना ही चाचणी नक्की द्या आणि त्यांचाकडून निरीक्षणे करून घ्या. ज्या घटनेचे

स्पष्टीकरण शोधायचे, ती घटना नेमकी काय आहे हे माहीत नसेल तर स्पष्टीकरणे शोधायची गरजही वाटणार नाही आणि योग्य ते स्पष्टीकरणही सापडणार नाही. त्यामुळे, **आधी घटनेचे नोट निरीक्षण झाल्यावरच तिच्या स्पष्टीकरणांकडे वळा.** आता आपण प्रत्यक्ष निरीक्षणांकडे वळू.

### सावलीची निरीक्षणे

एक गोळा (चेंडू), एक ठोकळा (डस्टर), एक दंडगोल (गोल डबा), कागदाचे कापलेले काही आकार (गोल, चौरस, त्रिकोण) असे सर्व घेउन उन्हात जा. या सर्व वस्तूंची सावली पडते का? आता आपल्याला दोन प्रकारची निरीक्षणे करायची आहेत.

सावलीचा आकार (माप): चेंडूची सावली जमिनीवर आखा, आता चेंडू सावकाश सूर्याच्या दिशेने सरकवा, जेणेकरून सावलीची जागा बदलणार नाही. सावलीत काय फरक पडला? तीचा आकार लहान/मोठा झाला का? हाच प्रयोग इतर वस्तूंबरोबरही करून बघा.

सावलीचा आकार: चेंडू गोल फिरवून त्याच्या सावलीचा आकार बदलतो का बघा. तसेच कागदाचा गोलही फिरवून बघा. कागदाचा गोल आडव्या अक्षाभोवती फिरवला तर त्याची सावली आधी लंबगोल होईल आणि अखेरीस अगदी रेषेसारखी होईल. दोन व तीन मित्तीय वस्तूंच्या सावल्यांमदील हा फरक मानात नोंदवून ठेवा. असे निरनिराळ्या आकारांचे करून बघा. लक्षात घ्या की दंडगोलाची सावली बरोबर गोलही पडू शकते आणि बरोबर आयताकारही पडू शकते.

### अधिक माहितीसाठी:

सावली म्हणजे प्रकाशाच्या प्रसारणात आलेला अडथळा. सावली पडण्यासाठी पटलाची आवश्यकता नसते. ज्या भागातील प्रकाश आडला आहे त्या संबंध भागात सावली पडलेली असते. सावलीला विज्ञानाच्या पुस्तकात 'छाया' हा शब्द वापरतात. अंधार, छाया आणि प्रतिमा या तीन संकल्पनांमध्ये मुलांचा कधीकधी गोंधळ असतो. त्यामुळे वर्गात या तीन मधील फरक जरूर समजावून सांगा.

अंधार म्हणजे प्रकाश नसणे.

प्रतिमा म्हणजे, एखादी वस्तू नसतांना ती त्या जागी आहे असा दृष्य भास निर्माण होणे. पण प्रतिमा मूळ वस्तूपेक्षा लहान, मोठ्या, उलट्या किंवा विकृत (distorted) असू शकतात. प्रतिमा सहसा पटलावर निर्माण होतात व त्या द्वि-मित्तीय असतात. प्रतिमा निर्माण होण्यासाठी भिंग किंवा आरसे (परावर्ती पृष्ठभाग) लागतात.

आपण जेव्हा एखादी वस्तू बघतो तेव्हा, त्या वस्तूवर पडलेला प्रकाश परावर्तित होवून आपल्या डोळ्यात पडत असतो. डोळ्यातील भिंगामुळे परावर्तित प्रकाशापासून आपल्या डोळ्यातिल पटलावर त्या वस्तूची प्रतिमा तयार होते.

### वेधजागा

काही निरीक्षणे कोर्स सुरू असेपर्यंत वारंवार करायची आहेत व त्यानंतरही किमान वर्षभर करत रहावीत आशी अपेक्षा आहे. ही निरीक्षणे करण्यासाठी चांगल्या जागेची आवश्यकता आहे.

आकाशनिरीक्षणासाठी तुमच्या घराजवळची चांगलीशी जागा शोधून काढा (उदाहरणार्थ, गच्ची/ मैदान/ शेत). दिवसा या जागेवरून सूर्योदय व सूर्यास्त दिसला पाहिजे व रात्री ही जागा अंधारी (पण सुरक्षित) असावी. या जागेवरून क्षितिजाचे (जमिन (किंवा समुद्र) आणि आकाश यांना वेगळी करणारी रेषा) नीट निरीक्षण करा. चारही बाजूंना दूर पर्यंत सपाट क्षितिज दिसत असल्यास उत्तम (थोडी झाडे वगैरे चालतील). जर कुठल्या बाजूला चढ किंवा उतार असेल, तर तुमचे क्षितिज कलले आहे हे ध्यानात घ्या. कललेले क्षितिज चालेल, पण त्यामुळे तुमच्या निरीक्षणांत कायमस्वरूपी किंचित वाढ किंवा घट होईल, हे लक्षात ठेवा. ती इतरांबरोबर तंतोतंत जुळणार नाहीत. जिथून जास्तीत जास्त आकाश नीट दिसत आहे तिथे खूण करून ठेवा किंवा मोठा दगड ठेवा. त्या ठिकाणी उभे राहून तुम्हाला वारंवार निरीक्षणे करायची आहेत, त्यामुळे ही जागा चांगली ध्यानात ठेवा. या जागेला आपण वेधजागा म्हणू. वेधजागेच्या आजुबाजूला ज्या स्थानिक खूणा-खाणा (local landmarks) त्यांच्या जागांच्या नोंदी करून ठेवा (साधारण चार दिशांच्या चार खूणा एकमेकांपासून किती अंशांवर आहेत त्याचा नकाशा काढून ठेवा). म्हणजे तुम्ही करून ठेवलेली खूण/ दगड जर हरवला, तर या नोंदींवरून तुमची जागा तुम्हाला परत शोधता येईल. वेधजागेपासून पाच पावले उजवीकडे/ डावीकडे/ समोर/मागे जाऊन बघितलेत रत तुमच्या लक्षात येईल की स्थानिक खूणांच्या एकमेकांसापेक्ष जागा बदलतात. समजा वेधजागेवरून निरीक्षण करून तुम्ही सूर्योदयाची जागा एकाद्या झाडाच्या १० अंश उजवीकडे अशी नोंदवली, आणि काही दिवसांनी पुढचे निरीक्षण वेधजागेवरून न करता त्यापासून काही फुट अंतरावरून केलेत तर त्यामुळे, झाडाच्या जागेत फरक पडला असेल, आणि त्यामुळे तुमच्या सूर्योदयाचे निरीक्षण चुकेल म्हणून ही काळजी घेणे आवश्यक आहे.

दिवसाची निरीक्षणे: दिवसभराच्या आकाशाची २ प्रकारची निरीक्षणे करायची आहेत.

१. सूर्योदय/ सूर्यास्त: सूर्योदय व सूर्यास्ताची निरीक्षणे वेधजागेवरून करायची आहेत. आठवड्यातून एकदा याप्रमाणे दर महीन्याला चार वेळा नोंदी करायच्या आहेत (स्वाध्याय २).

२. शोमन (काठीची सावली): वरिल नोंदींप्रमाणेच शोमनच्या नोंदी आठवड्यातून एकदा याप्रमाणे महीन्याला चार वेळा करायच्या आहेत. ११ ते १ या दरम्यान नक्की उन्हे येते अशा जागी ही निरीक्षणे करायची आहेत, त्यामुळे तुमचा शोमन या जागेच्या जवळ ठेवा (उदाहरणार्थ घरासमोरचे अंगण/ शाळेसमोरचे मैदान. ही जागा रोज निश्चित नसली तरी चालेल). निरीक्षण करण्याच्या दिवशी नवा निरीक्षण-कागद लावा. कागदावर दर एक तासाने काठीच्या सावलीच्या टोकापाशी खूण करा. दिवसाच्या शेवटी सर्व खूणा जोडा.

रात्रीची निरीक्षणे: रात्रीच्या आकाशाची निरीक्षणे पहिला एक महिना रोज आणि कोर्स सुरू असेपर्यंत वारंवार करायची आहेत. त्यानंतरही हे निदान वर्षभर करत रहावे अशी अपेक्षा आहे. आज रात्री खाली दिल्याप्रमाणे आकाशनिरीक्षणाची सुरुवात करा.

संपर्कसत्रात तुम्हाला आकाशाचे नकाशे मिळाले असतील (नसल्यास इथून उतरवून घ्या). त्यांच्यापैकी या महिन्याचा नकाशा घ्या (आकृती १). त्याचप्रमाणे तुम्हाला मिळालेला तक्ता क्रमांक २ (आकाशनिरीक्षणाच्या नोंदी करण्याचा तक्ता) घ्या आणि आकाशनिरीक्षणासाठी बाहेर जा.

(टीप: नकाशा आणि तक्ता तुमचे रोज रात्री लक्ष जाते अशा ठिकाणी ठेवा (चिकटवू नका, हे दोन्ही कागद

बाहेर न्यावे लागणार आहेत). अँस्ट्रोलॅब, पेन्सिल व असल्यास लहानसा टॉर्च तिथेच जवळ ठेवा.)

वेधजागेवर उभे राहून, तुमच्या नकाशात पाहून ध्रुवतारा शोधा, म्हणजे उत्तर दिशा सापडेल. त्यावरून इतर दिशा ठरवा (लक्षात आहे ना, उत्तरेकडे तोंड केल्यावर उजव्या हाताला पूर्व). वेधजागेच्या नकाशात मुख्य दिशांची नोंद करून ठेवा.

रोज रात्री त्याच जागी ऊभे राहून नकाशा बघून तारे, नक्षत्रे शोधा. साधारण १०-१५ दिवस रोज रात्री आकाश पहात राहिलात तर सर्व ठळक ताऱ्यांची व नक्षत्रांची नावे लक्षात रहातील. आठवड्यातून एका दिवशी ठराविक वेळी तुम्हाला नेमून दिलेल्या ३ ताऱ्यांची दिशा आणि अंश शोधा आणि नोंदी करा (ताऱ्याचे स्थान निश्चित करतांना तो क्षितिजाच्या वर किती अंश आहे हे मोजायचे आहे). अंश शोधण्यासाठी अँस्ट्रोलॅबचा वापर करा. हाताच्या सहाय्याने अंश मोजून ती निरीक्षणे अँस्ट्रोलॅबच्या सहाय्याने पडताळून पहा. म्हणजे अँस्ट्रोलॅब उपलब्ध नसेल तेंव्हा, हाताच्या सहाय्याने अंश शोधता येतिल. त्या दिवशी काही कारणाने नोंद करणे अशक्य असले तर आदल्या किंवा दुसऱ्या दिवशी नोंद करा. नोंद करणे का शक्य झाले नाही ते ही लिहून ठेवा (ढगाळ आकाश/ प्रकाश-प्रदूषण/ वैयक्तिक कारण). या नोंदींच्या आधारे स्वाध्याय २ सोडवा.

तुम्ही जी निरीक्षणे कराल ती ७वी-८वी ची मुले करू शकतात. तुम्ही खालच्या इयत्तेला शिकवत असाल तर, नोंदींचे बारकावे कमी करावे लागतील. मात्र ८वी पर्यंत खालील निरीक्षणे मुलांना करता यायला हवीत हे आपले पहीले उद्दिष्ट असेल:

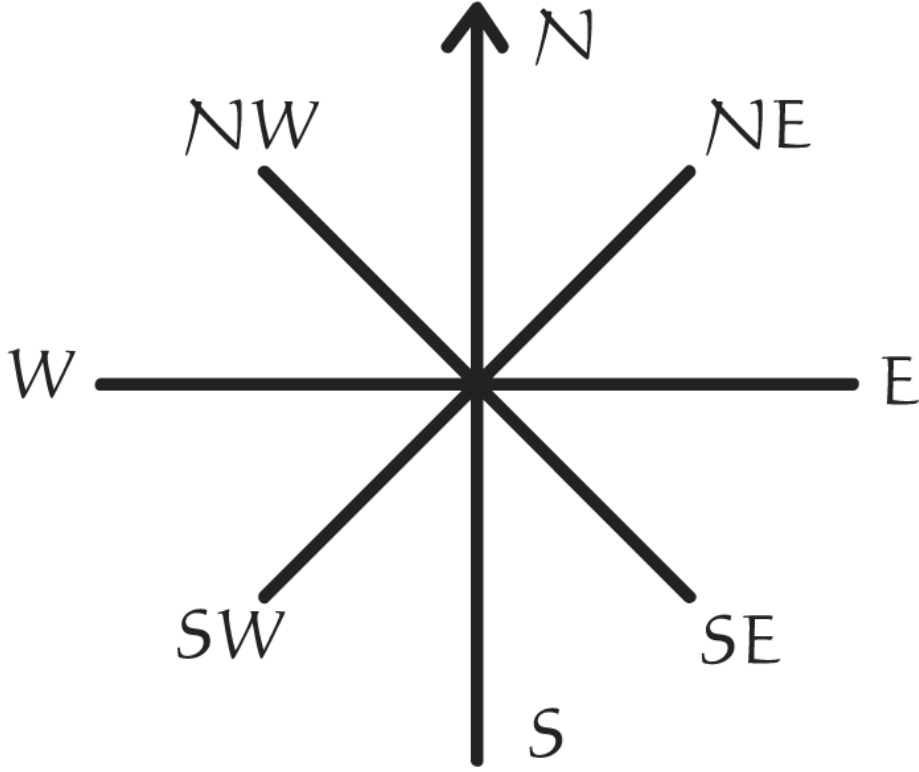
१. हिवाळा व उन्हाळ्यामध्ये सूर्य आपल्याला साधारणपणे कश्या मार्गाने जाताना दिसतो (कुठे उगवतो, जास्तीत जास्त किती उंचीवर येतो आणि कुठे मावळतो) हे माहित असले पाहिजे.

२. रात्रीच्या आकाशात ध्रुव तारा शोधून त्यावरून चार मुख्य दिशा ठरवता आल्या पाहिजेत.

वरील निरीक्षणे मुलांकडून कशी करून घ्यायची याची तयारी तुम्ही करालच. पण त्याच्या बरोबरीने काही भाग वर्गात घेणे उपयुक्त ठरेल.

## दिशा

नकाशात व स्टॅडमध्ये अडकवलेल्या पृथ्वीगोलानुसार, उत्तर दिशा वरच्या बाजूला दाखवतात. त्यामुळे अनेकदा मुलांचा 'उत्तर' आणि 'वर' या दोन दिशांच्यात गोंधळ झालेला असतो. म्हणून मुलांना शिकवतांना आधी वर्गात किंवा शाळेसमोरच्या मैदानात जमिनीवर चार दिशा आखा (फरशी/ सारवलेली जमिन असली तर खडूने, माती असली तर काटकीने). त्यावर दिशांची नावे लिहा (आकृती २).



प्रत्येक दिशेला वर्गतल्या कोणाकोणाची घरे येतात, गावातल्या/ गावाबाहेरच्या कोणकोणत्या जागा येतात, तसेच पुढे गेले तर कुठली गावे, राज्ये, देश येतात हे मुलांना विचारा. त्यांना नकाशा दिलात तर शोधून काढता येईल. मुलांनी नकाशातील दिशा खऱ्या दिशांना जुळवल्या आहेत ना ते पहा. आता वरची म्हणजे डोक्याच्या बरोबर वर असणारी आणि खालची म्हणजे पायाखालची दिशा या दिशा जमिनीला लंब आहेत हे त्यांच्या लक्षात आणून द्या. प्रत्येक दोन दिशांच्या मध्ये ९० अंशाचा कोन होतो. या सहा दिशांव्यतिरीक्त ९० अंशाचा कोन करणारी अजून एक दिशा असेल का असे त्यांना विचारा. पुढे 'मिती'ची संकल्पना शिकवतांना त्याचा उपयोग होईल. चार मुख्य दिशा वर्गाच्या भिंतींवर लावून ठेवा (भिंती आणि दिशांमध्ये फार फरक असेल तर वर्गाच्या एका कोपऱ्यात किंवा टेबलवर दिशा कायमसाठी आखून ठेवा). पुढे अनेकदा त्याचा उपयोग होईल.

वर्गाबाहेरील निरीक्षणांसाठी सुद्धा क्षितिज व दिशा या दोन्हीची गरज भसेल. त्यामुळे मुलांबरोबर निरीक्षणे सुरू करायच्या आधी त्यांना क्षितिज म्हणजे काय ते सांगा व त्यांना निरनिराळे प्रश्न विचारून त्यांच्याकडून प्रत्यक्ष क्षितिजाची निरीक्षणे करून घ्या. उदाहरणादाखल इथे काही प्रश्न दिले आहेत: आपल्या इथून दिसणाऱ्या क्षितिजावर डोंगर कुठल्या दिशेला येतो? उतार कुठल्या दिशेला आहे? अमुक झाड बरोबर क्षितिजाच्या रेषेवर दिसते आहे. ते किती लांब आहे कुणाला माहित आहे का? (नसेल तर अंतर मोजण्यासाठी तिथेपर्यंत चालत चालत जाऊन येण्याची एक लहानशी सहल काढता येईल). यावरून आपल्याला त्या दिशेचे किती लांब पर्यंतचे क्षितिज दिसते आहे असे म्हणता येईल?

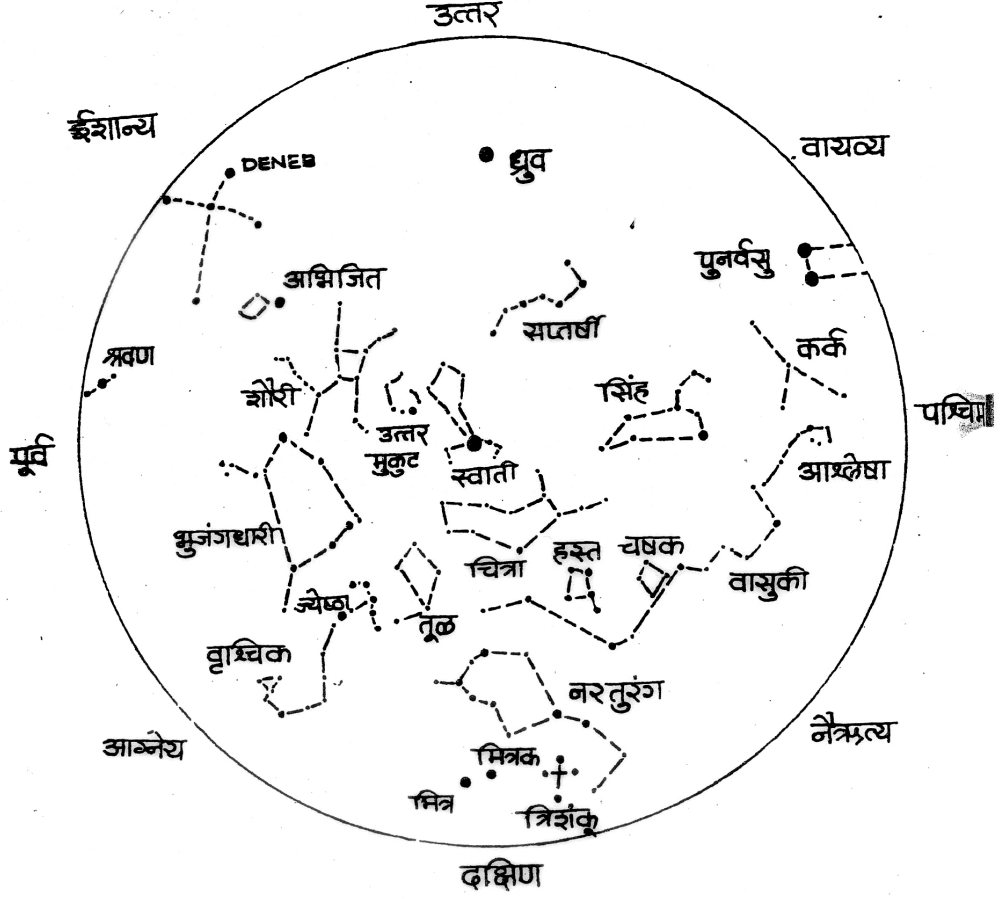
## किरणाकृती

पुढील सर्व कोर्समध्ये किरणाकृती अतिशय महत्त्वाची भूमिका बजावणार आहेत. आपण तीन प्रकारच्या उगमांसाठीच्या किरणाकृतींचा सराव करणार आहोत.

स्वाध्याय २ मध्ये तीन आकृत्या दिल्या आहेत. पहिली (आकृती ३a) समांतर किरणांसाठी आहे, दुसरी (आकृती ३b) बिंदु-स्रोतासाठी आहे आणि तिसरी (आकृती ३c) विस्तारित-स्रोतासाठी आहे. त्याच्या खाली ज्या वस्तूची सावली पडते आहे ती वस्तू व स्रोत यांच्यातील अंतर बदलले आहे, त्यासाठी तुम्ही किरणाकृती काढा. प्रत्येक स्थितीत सावलीचा आकार आधीच्या सावलीइतकाच राहिला की लहान/ मोठा झाला? यावरून सूर्यकिरणे कशा प्रकारची असतील? समांतर, बिंदु-स्रोतापासून येणारी की विस्तारित-स्रोतापासून येणारी? (यावरचा अधिक अभ्यास स्वाध्याय २: आकृती ४ मध्ये दिला आहे.) अखेरीस स्रोताचा व वस्तूचा कोन बदलून दोन आकृत्या दिल्या आहेत, सरावासाठी त्यांच्यासाठी किरणाकृती काढा.

वर्गात शिकवतांना तुमच्या मुलांच्या समजेनुसार किती प्रकारच्या उगमांसाठीच्या किरणाकृती काढायच्या ते ठरवा. पण समांतर किरणांच्या आकृत्या काढता यायलाच हव्यात, त्यामुळे मुले त्या काढता येतील इतकी मोठी तरी नक्कीच हवीत (साधारणपणे इयत्ता ६वी/ ७वी). इयत्ता ८वीच्या मुलांना बिंदु-स्रोताच्या किरणाकृती आणि समांतर किरणांच्या आकृती यांच्यातील फरक लक्षात आणून देता येईल. विस्तारित-स्रोताच्या किरणाकृती अवघड असतात, त्यांची प्राथमिक खगोलशास्त्रात तितकीशी गरज नाही, पण तुमची मुले आव्हान स्विकारयला उत्सुक असतील तर त्यांना गोंधळ होणार नाही अशा वेळी विस्तारित-स्रोताच्या किरणाकृती काढायला घ्यायला हरकत नाही.

रात्री ९ च्या सुमारास जून महिन्यात दिसणारे आकाश



हा नकाशा डोक्यावर धरून, दिशा जुळवून पाहावा.

वरील तारे खालील महिन्यांच्या वेळेला सुद्धा पाहाता येतील.

१५ फेब्रुवारी, पहाटे ५.०० वा.	१५ मार्च, पहाटे ३.०० वा.
१५ एप्रिल, रात्री १.०० वा.	१५ मे, रात्री ११.०० वा.
१५ जून, रात्री ९.०० वा.	१५ जुलै, रात्री ७.०० वा.

छंद आकाश दर्शनाचा . . . . ४८ (प्रकाश तुपे)

हा नकाशा प्रकाश तुपे यांच्या 'छंद आकाश-दर्शनाचा' या पुस्तकातून घेतला आहे.







प्रथमिक खगोलशास्त्र  
।स्वाध्याय २।  
खगोलशास्त्र आणि निरीक्षणे

A. सूर्योदय

(८ गुण)

	तारिख	वार	वेळ	दिशा	अंश
निरीक्षण १					
निरीक्षण २					
निरीक्षण ३					
निरीक्षण ४					
निरीक्षण ५					

सूर्यास्त

(८ गुण)

	तारिख	वार	वेळ	दिशा	अंश
निरीक्षण १					
निरीक्षण २					
निरीक्षण ३					
निरीक्षण ४					
निरीक्षण ५					

सूर्योदय आणि सूर्यास्ताच्या तक्त्यावरून खालील तक्ता पूर्ण करा:

(४ गुण)

	तारिख	वार	सूर्य आकाशात असण्याचा काळ
निरीक्षण १			
निरीक्षण २			
निरीक्षण ३			
निरीक्षण ४			
निरीक्षण ५			

A१. सूर्य आकाशात असण्याचा कालावधी प्रत्येक आठवड्यात सारखाच होता, कमी होत गेला की वाढत गेला?

(१ गुण)

A२. सूर्य उगवण्याची जागा रोज सरासरी किती अंशांनी बदलली?

(२ गुण)

A३. सूर्य मावळण्याची जागा रोज सरासरी किती अंशांनी बदलली?

(२ गुण)

B श्लोमन (काठीची सावली)

खिळ्याची लांबी:

(८ गुण)

	तारिख	वार	सावलीची कमीत कमी लांबी	सगळ्यात लहान सावली असतानाची वेळ
निरीक्षण १				
निरीक्षण २				
निरीक्षण ३				
निरीक्षण ४				
निरीक्षण ५				

B१. सूर्य दिवसाभरात डोक्यावर (झेनिथ) आला का?

(१ गुण)

B२. झेनिथच्या सगळ्यात जवळ असतांना सूर्य कुठे होता? दिशा:

अंश:

(२ गुण)

B३. झेनिथच्या सगळ्यात जवळ सूर्य असतांना किती वाजले होते?

(१ गुण)

B४. सूर्याच्या मार्गाची आकृती काढून दाखवा.

(३ गुण)

C. रात्रीची निरिक्षणे

C१. प्रत्येक ताऱ्याची जागा (एकाच वेळी) रोज सरासरी किती अंशांनी बदलली? (६ गुण)

C२. असे का झाले असेल? (३ गुण)

C३. ग्रहाची जागा (एकाच वेळी) रोज सरासरी किती अंशांनी बदलली? (२ गुण)

D. किरणाकृती (आकृती ३) (९ गुण)

समांतर किरण	बिंदू स्रोत	विस्तारित स्रोत
<p>समांतर किरणांची दिशा</p>	<p>स्रोत</p>	<p>स्रोत</p>
<p>समांतर किरणांची दिशा</p>	<p>स्रोत</p>	<p>स्रोत</p>
<p>समांतर किरणांची दिशा</p>	<p>स्रोत</p>	<p>स्रोत</p>
<p>समांतर किरणांची दिशा</p>	<p>स्रोत</p>	<p>स्रोत</p>