



8.15

चंद्र आणि त्याच्या कला Moon and its shapes

Main Author: Aniket Sule

Contributing Author: Pritesh Randive, Pranay Parte, Karishma Dhanmeher

Reviewers: Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal

English Editors: Beena Choksi, Geetanjali Date, Ankush Gupta, Reema Mani, K. Subramaniam

Marathi Translator: Mayuri Tawade

Marathi Editors: Deepa Chari, Vijay D. Lale

Marathi Editorial Assistance: Aaloka Kanhere, Sushma Rawool, Nilkantha Gholap

Creative Commons License: CC BY-SA 4.0 International, HBCSE

8.15. चंद्र आणि त्याच्या कला

Moon and its shapes

आढावा

Overview

चंद्राच्या आकारात एका महिन्याच्या कालावधीत दिसणारे बदल, ज्यांना आपण चंद्राच्या कला म्हणतो, हा विद्यार्थ्यांसाठी नेहमीच एक कुतुहलाचा विषय असतो. अनेक प्रौढ व्यक्तींनादेखील चंद्राच्या कला का बदलतात? याची कारणे समजायला अडचणी येतात. चंद्राच्या बदलत्या कलांबाबत अनेक पर्यायी कल्पना आहेत. चंद्रावर पडलेल्या पृथ्वीच्या सावलीत बदल झाल्यामुळे चंद्राच्या कलांमध्ये बदल होतात अशीही एक कल्पना आहे. अनेक विद्यार्थ्यांना हे समजून घेताना अडचणी येतात. चंद्राच्या कला समजून घेताना विद्यार्थ्यांना येणाऱ्या अडचणी दूर करण्यासाठी पुढील मुद्यांकडे विद्यार्थ्यांचे लक्ष वेधता येईल :

Changes in the shape and size of the Moon, over the period of a month, has always been an intriguing topic for children. Even many adults have difficulty in understanding the origin of these phases. One of the common alternate mental models which many learners sometimes struggle with is that the phases of the Moon occur due to changing shadow of Earth on the Moon. Many of the difficulties in understanding the phases can be addressed by bringing students' attention to:

- आकाशात चंद्राचा दिसणारा आकार आणि दिशानिर्देशन याबाबतची एका महिन्यातील माहिती
a full month data about the shape and orientation of the Moon in the sky
- वेगवेगळ्या तारखांना होणाऱ्या चंद्रोदयाच्या आणि चंद्रास्ताच्या वेळा, आणि
the Moon's rising and setting times on different dates, and
- काही ठरावीक दिवशी सूर्य आणि चंद्र यांची एकाच वेळी केलेली निरीक्षणे (दिवसा)
the observations of sun and moon simultaneously in the sky on certain days (during day time)

या अध्ययन घटकातून आपण हे शिकणार आहोत की, चंद्राच्या आकारात किंवा पृथ्वीची चंद्रावर पडलेली सावली यांच्यात बदल होत नाही. आपल्याला पृथ्वीवरून दिसणारा हा परिणाम सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या सापेक्ष स्थानांमध्ये होणाऱ्या बदलांमुळे घडून येत असतो, कारण चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असल्याने सूर्यप्रकाशामुळे चंद्राचा दररोज वेगवेगळा भाग प्रकाशित होत असतो.

We eventually learn that it is not the Moon or the shadow of Earth on it that changes. This is an effect seen from Earth which happens due to the changes in the relative positions of the Sun, Earth and the Moon, as the Moon rotates around Earth with sunlight illuminating a different region of the Moon everyday.

या अध्ययन घटकाद्वारे, विद्यार्थी चंद्राविषयी असलेल्या माहितीचे विश्लेषण करून स्वतः निष्कर्ष काढण्याचा प्रयत्न करतील आणि चंद्राच्या कलांसंबंधी वापरण्यात येणाऱ्या वेगवेगळ्या परिभाषादेखील शिकतील. या घटकात 2 कृती आहेत; कृती 1 मध्ये, चंद्र पृथ्वीभोवती कसे परिभ्रमण करतो, हे दाखवण्यासाठी (याची कल्पना देण्यासाठी) विद्यार्थी भूमिका वठवणी (Role playing) करतील, आणि कृती 2 मध्ये, प्रत्येक विद्यार्थी तक्त्यात माहिती भरेल आणि तक्त्यातील माहितीवरून विचारलेल्या प्रश्नांची उत्तरे देईल.

In this Learning Unit, students will try to draw conclusions on their own by analysing real data about the moon and also learn about different terminologies related to the phases of the Moon. The unit consists of two tasks. In task 1, students will do a role play activity to depict (and thus visualise) the motion of the Moon around Earth, and in task 2, each student will fill up a table, and answer questions, based on the information given in the data table.

शक्य झाल्यास, विद्यार्थी आकाशातील चंद्राचे एक महिनाभर निरीक्षणदेखील करू शकतात आणि स्वतः मिळवलेल्या माहितीचे विश्लेषण करू शकतात.

If possible, students may also observe the Moon in the sky for a month and collect their own data and analyse it.

**किमान आवश्यक वेळ**
Minimum time required40 मिनिटांची तीन सत्रे
3 sessions of 40 minutes each**अध्ययन घटकाचा प्रकार**
Type of learning unitवर्ग आणि (शक्य झाल्यास) मोकळ्या जागी
Classroom and (if possible) field work**अध्ययन घटकाची उद्दिष्टे**
Unit-specific objectives

- पृथ्वीवरून दिसणाऱ्या चंद्राच्या कलांचा अभ्यास करणे
To study the phases of the Moon as seen from Earth
- पृथ्वीभोवती चंद्राचे परिभ्रमण आणि कक्षा यांचे चित्र विद्यार्थ्यांच्या डोळ्यांसमोर उभे करणे
To visualise the motion and the orbit of the Moon around Earth

अभ्यासक्रमाशी दुवा
Links to curriculum**NCERT Class 8 Science****Chapter 13 :** Light (Concept of light path and shadows) (Nov 2022)**Chapter 17 :** Stars and the solar system (March 2006)

तक्ता T1

Table T1

ओळख
Introduction

आपण पाहतो की चंद्राच्या आकारात एका महिन्याच्या कालावधीत दररोज, पौर्णिमेपासून अमावास्येपर्यंत आणि पुन्हा पौर्णिमेपर्यंत हळूहळू बदल होत असतात. चंद्राच्या या बदलत्या आकारांना 'चंद्राच्या कला' म्हणतात. या अध्ययन घटकात आपण काही कृती करून आणि त्यासंबंधी काही प्रश्नांची उत्तरे शोधून चंद्राच्या कलांसंबंधी काही संकल्पना समजावून घेणार आहोत. प्रश्नांची उत्तरे लिहून झाल्यानंतर, आपण त्या सर्व उत्तरांची एकत्रितपणे चर्चा करूया आणि तर्कशुद्ध उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करूया.

We have observed that the Moon changes shape gradually every day, from full Moon to new moon and back to full Moon again over a period of about one month. The changing shapes of the Moon are referred to as the "phases of the Moon". In this unit, we will understand some ideas related to the phases of the Moon, by doing some tasks and exploring answers to some related questions. After we finish writing the answers, we will discuss all the answers together and try to arrive at well-reasoned answers.

कृती 1: भूमिका वठवणी कृती

Task 1: Role playing activity



साहित्य
Materials

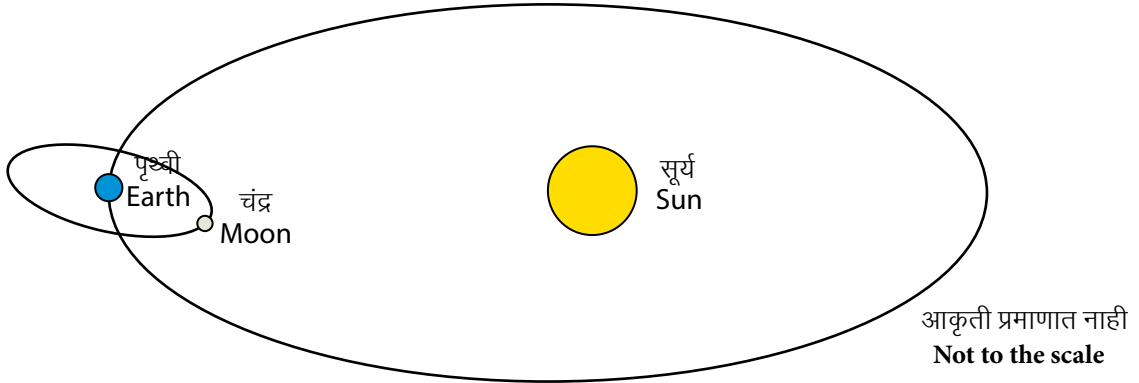
कागद, पेन्सिल, खोडरबर इत्यादी
Paper, pencil, eraser, etc.

अवकाशातील एखादी वस्तू दुसऱ्या वस्तूभोवती एका ठरावीक मार्गाने फिरते. त्या मार्गाला त्या वस्तूची 'कक्षा' म्हणतात. ज्या मार्गाने पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते त्या मार्गाला पृथ्वीची सूर्याभोवतीची कक्षा म्हणतात. तसेच ज्या मार्गाने चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो त्या मार्गाला चंद्राची पृथ्वीभोवतीची कक्षा म्हणतात.

"Orbit" is a regular path or trajectory that an object in the space takes around the other. The path taken by Earth around the Sun is called Earth's orbit around Sun. Similarly, the path taken by the Moon around the Earth is Moon's orbit around Earth.

आकृती 1 मध्ये पृथ्वीची सूर्याभोवतीची कक्षा आणि चंद्राची पृथ्वीभोवतीची कक्षा दाखवली आहे. ही आकृती प्रमाणात नाही, याची नोंद घ्या (सूर्य त्याच्या वास्तविक आकारापेक्षा खूप लहान दाखवला आहे. तसेच सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यातील वास्तविक अंतरापेक्षा सूर्य पृथ्वीच्या अधिक जवळ दाखवला आहे).

Figure 1 shows the orbit of the Earth around the Sun, and the orbit of the Moon around Earth. Note that the figure is not to scale (The Sun is shown much smaller than its proportionate scaled-down size. It is also shown much closer to Earth than its proportionate scaled-down distance).



आकृती 1 सूर्य-पृथ्वी-चंद्र यांच्या कक्षांची चित्रे
Figure 1 Illustration of the Sun-Earth-Moon orbit

पृथ्वीच्या कक्षेमुळे एक प्रतल बनते, ज्या प्रतलात पृथ्वी आणि सूर्य दोन्ही असतात. त्याचप्रमाणे चंद्राच्या कक्षेमुळेही एक प्रतल बनते ज्यात पृथ्वी आणि चंद्र दोन्ही असतात. ही दोन्ही प्रतल वेगवेगळी असतात. चंद्राच्या कक्षेचे प्रतल हे सूर्याभोवती फिरणाऱ्या पृथ्वीच्या कक्षेच्या प्रतलाच्या तुलनेत अंदाजे 5° च्या कोनातून कललेले असते.

The orbit of Earth makes a plane in which both Earth and the Sun lie. Similarly the orbit of the Moon makes a plane in which both Earth and the Moon lie. These two planes are actually different planes. The plane of orbit of the Moon is tilted with reference to the plane of Earth's orbit around the Sun, at an approximate angle of 5° .

चला आपण एक खेळ खेळूया! चंद्राच्या कला बदलताना सूर्य आणि पृथ्वी यांच्या दरम्यान चंद्र कुठे असतो, हे या खेळातून आपण समजून घेऊ. Let us play a game which helps us understand the different positions of the Moon between the Sun and Earth, during its different phases.

सूचना

Instructions

- तीन विद्यार्थी सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या भूमिका साकारतील. इतर विद्यार्थी थोड्याशा अंतरावरून ही कृती बारकाईने पाहतील. Three students will play the roles of the Sun, Earth, and the Moon. Other students, will observe the activity from a distance.
- पृथ्वीच्या भूमिकेत असलेल्या विद्यार्थ्यांचे डोके म्हणजे पृथ्वी आणि त्याचे नाक म्हणजे पृथ्वीवरील एक काल्पनिक व्यक्ती समजूया.

Head of the student playing Earth's role represents the planet Earth, and his/her nose is an imaginary person on Earth's surface.

- चंद्राच्या भूमिकेतील विद्यार्थी चंद्राची पृथ्वीभोवतीची कक्षा दाखवण्यासाठी एक वर्तुळ काढेल (हे आवश्यक नाही, परंतु त्याची मदत होऊ शकते).

The student playing the Moon's role will draw a circle around Earth, to represent the Moon's orbit around Earth (This is not absolutely essential, but it will help).

- सूर्याच्या भूमिकेतील विद्यार्थी पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यापासून काही अंतरावर उभी राहील. तिचे डोके इतर दोन विद्यार्थ्यांपेक्षा थोडेसे उंच असले पाहिजे (सूर्याच्या भूमिकेतील ती विद्यार्थी उंच असू शकते किंवा लहान टेबलावर किंवा खुर्चीवर उभी राहू शकते).
The student playing the Sun will stand at some distance away from the Earth and the Moon. This student's head should be at a slightly higher position than the heads of the other two students. (He/She could be taller or stand on a small stool or chair.)

- पुढील माहिती विचारात घ्या. जर आपण पृथ्वीच्या उत्तर ध्रुवाकडून खालच्या दिशेने पृथ्वीच्या कक्षेचे प्रतल पाहिले तर असे दिसेल की चंद्र पृथ्वीभोवती घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट (प्रतिघटिवत) दिशेने फिरतो, पृथ्वी सूर्याभोवती घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने (प्रतिघटिवत) फिरते आणि पृथ्वी स्वतःभोवतीदेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने (प्रतिघटिवत) फिरते. ही माहिती तुम्ही खेळताना लक्षात ठेवा.

Here is some information. If you are looking from the side of Earth's north pole down at the plane of Earth's orbit, you will see that the Moon moves around Earth in an anticlockwise direction, Earth moves around the sun in an anti-clockwise direction, and the Earth rotates around itself also in an anti-clockwise direction. Keep this information in mind as you play the game.

- सूर्यप्रकाशाची दिशा दाखवण्यासाठी सूर्याच्या भूमिकेतील विद्यार्थीनीचे स्थान निश्चित करा.
Fix the position of the person playing the Sun's role to indicate the direction of sunlight.
- पृथ्वीची भूमिका बजावणाऱ्या विद्यार्थ्याला सूर्याभोवती फिरण्याची गरज नाही आणि तो एका ठिकाणी स्थिर राहू शकतो, कारण आपल्याला चंद्राच्या कलांवर लक्ष केंद्रित करायचे आहे. चंद्राच्या कला पाहण्यासाठी गरजेनुसार तो विद्यार्थी स्वतःभोवती फिरू शकतो.
The person playing Earth's role need not go around the Sun and can remain stationary at one position, as we want to focus on the phases of the Moon. This person can rotate on his/her position itself as per the need to observe the Moon's phase.
- सुरुवात करताना चंद्राचे स्थान पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असू द्या. आता चंद्राला पृथ्वीकडे चेहरा करून त्याच्या कक्षेत फिरायला सांगा.
To begin with, let the Moon be between Earth and the Sun. Now make the Moon go around in its orbit with its face towards the Earth.
- तुम्ही अंदाज करा की चंद्राचा कोणता भाग उजेडात असेल आणि सूर्यप्रकाश नसेल तर कोणता भाग काळोखात असेल
Guess which part of the Moon's head will be illuminated, and which part will be dark due to the absence of sunlight
- आता चंद्राचे स्थान असे करा की पृथ्वी ही चंद्र आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असेल आणि तिन्ही एका सरळ रेषेत असतील.
Now let the Moon take a position such that Earth is between the Moon and the Sun, and all the three are aligned.
- चंद्राचा कोणता भाग उजेडात आहे आणि कोणता भाग काळोखात असेल, याची चर्चा करा.
Discuss which part of the Moon is illuminated, and which is not.
- आता चंद्राला त्याच्या मार्गावर वेगवेगळ्या जागी थांबू द्या. चंद्राचा कोणता भाग प्रकाशित होईल आणि कोणता नाही, याचा अंदाज करा.
Now let the Moon take various positions in its path. Let the students guess which part of the Moon is illuminated and which is not.

चंद्राची भूमिका करणाऱ्या विद्यार्थ्याचा चेहरा जेव्हा सतत पृथ्वीकडे असेल, तेव्हा त्याच्या डोक्याच्या कोणत्या भागावर प्रकाश असेल, याचा अंदाज इतर विद्यार्थ्यांनी करावा. सूर्यामुळे प्रकाशित झालेली 'चंद्राच्या' डोक्याची बाजू बदलत राहील आणि पाहणाऱ्या विद्यार्थ्यांना सूर्यामुळे चंद्राच्या डोक्याचे प्रकाशित होणारे वेगवेगळे भाग, यांचा अंदाज करावा लागेल. येथे, भूमिका वठवणी कृतीमधून सांगितलेली माहिती समजण्यासाठी विद्यार्थ्यांना थोडा वेळ लागू शकतो.

When the face of the student playing the Moon is always towards Earth, students have to do mental visualisation for which part of the head is illuminated. The side of "the Moon's" head illuminated by the Sun would keep changing and the observer would have to imagine different part of the Moon's head being illuminated by the Sun. Here, the students may take some time to absorb the information being conveyed through role play.

जर विद्यार्थ्यांना “चंद्राच्या प्रकाशित भागापैकी” कोणता भाग पृथ्वीवरील व्यक्तींना प्रकाशमान दिसेल, याची कल्पना करण्यात अडचण येत असेल, तर ते पर्यायी प्रतिरूपाचा वापर करू शकतात. चंद्राची भूमिका वठवणारी व्यक्ती वेगवेगळ्या जागी जाताना आपला चेहरा सूर्याकडे ठेऊ शकते. त्यामुळे, विद्यार्थ्यांना या व्यक्तीचा चेहरा म्हणजे चंद्राचा सतत प्रकाशमान होऊ शकणारा भाग म्हणून कल्पना करायला मदत होईल. अशा प्रकारे, पृथ्वीवरील निरीक्षकाला चंद्राचा जो भाग प्रकाशित दिसतो, तोच भाग म्हणजे ‘चंद्राची कला’ म्हणून समजता येईल. पर्यायी प्रतिरूपात आणखी एक गोष्ट गृहीत धरली आहे की चंद्राचा तोच एक भाग नेहमी सूर्यासमोर असतो. पण वस्तुस्थिती अशी आहे की चंद्राचा तोच एक भाग नेहमी सूर्यासमोर नसतो. जेव्हा चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असतो तेव्हा तो स्वतःभोवतीदेखील फिरत असतो. चंद्राचा स्वतःभोवती फिरण्याचा (परिवलन) कालावधी हा त्याच्या पृथ्वीभोवती फिरण्याच्या (परिभ्रमण) कालावधीएवढा असतो. म्हणूनच चंद्राची एकच बाजू पृथ्वीवरून दिसते. भूमिका वठवणीवरील सविस्तर चर्चेसाठी, व्यंकटेश्वरन आणि गुप्ता यांनी लिहिलेल्या “Basis of astronomy through role play” या पुस्तिकेचा कृपया वापर करा (पूर्ण संदर्भासाठी सुचवलेले स्रोत पहा).

If the students have difficulty visualizing which part of “the illuminated part of moon’s surface” is visible to the persons on earth, they can try an alternate model. The person playing the Moon’s part while moving to different positions can keep facing the Sun. This may help students consistently visualise this person’s face to be the illuminated part of the Moon. Thus, by observing what part of the illuminated Moon’s face is being seen by the observer on Earth, one can visualize the phase of the Moon. Another assumption in the alternative model is that the same part of the Moon is always facing the Sun. But the fact is that the same part of the moon is not always facing the sun. The Moon rotates around itself while it is revolving around the Earth. Rotation period of the Moon is nearly same as its revolution period. Therefore, only one side of the Moon is seen from Earth. For detailed discussion on this role play, please refer to the booklet on “Basis of astronomy through role play” by Venkateshwaran and Gupta (see Suggested Resources for full reference).

• पौर्णिमा आणि अमावास्या

Full Moon and new Moon

चंद्राच्या कक्षेत चंद्र कोणत्या ठिकाणी असल्यास पृथ्वीवरील व्यक्तीला (पृथ्वीच्या भूमिकेत असलेल्या विद्यार्थ्यांच्या नाकाचे स्थान) पौर्णिमा (किंवा अमावास्या) दिसेल?

At which position in the orbit of the Moon will a person on Earth (who is at the position of the nose of the student playing Earth’s role) see full Moon (or new Moon)?

पृथ्वीच्या भूमिकेतील विद्यार्थ्यांच्या डोक्याच्या मागील बाजूला एखादी व्यक्ती आहे अशी कल्पना केली, तर तिच्यासाठी पौर्णिमा (किंवा अमावास्या) दिसण्यासाठी चंद्र कुठे असायला हवा? (येथे चंद्राची दिशा लक्षात घेणे महत्वाचे आहे).

Where should the Moon be, so that it is full Moon (or new Moon) for an imaginary person at a point on the back of the head of the student playing Earth’s role? (The orientation of the Moon is important to note here).

हे स्पष्ट करा की नाक कोणत्या दिशेला आहे याला महत्त्व न देता, जर पौर्णिमा असेल तर ती पौर्णिमा आहे! म्हणजेच चंद्र एका विशिष्ट प्रकारे सूर्याच्या दिशेत असायला हवा.

It should be clearly noted that irrespective of where the nose is facing, if it is full Moon, it is full Moon! That is, the Moon has to be oriented with respect to the Sun in a particular way.

जशी पृथ्वी फिरते, तसे पृथ्वीच्या प्रत्येक भागावर पौर्णिमा (किंवा अमावास्या) घडून येत असते.

As Earth rotates, each and every part of Earth will experience full Moon (or new Moon).

ज्यांना ग्रहणांची थोडीफार माहिती आहे असे विद्यार्थी सांगू शकतात की चंद्र जेव्हा पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असतो, तेव्हा तो कालावधी ग्रहणाचा असतो. अशी परिस्थिती टाळण्यासाठी आपण सांगू शकता की विद्यार्थ्यांना वेगवेगळ्या उंचीवर बसवलेले आहे. आपण असेही सांगू शकता की पृथ्वीवरून पाहिले, तर चंद्र आणि सूर्य जरी एकाच दिशेला असले, तरी ते अगदी सरळ रेषेत नाहीत. तसेच, जेव्हा तुम्ही वर्गात ग्रहणाबद्दल चर्चा कराल तेव्हा संदर्भ म्हणून वरील मुद्दा वापरू शकता.

Someone who knows a little bit more about eclipse will say that when the Moon is between Earth and the Sun, it is eclipse time. You can point out that the students have been placed at different heights to avoid such a situation. Then you can say that though the Moon is in the same direction as the Sun with respect to Earth, it is not exactly in a straight line. Also, you can use this as point of reference later whenever you discuss the phenomena of eclipses in the classroom.

- अर्धचंद्र

Half Moon

अर्धचंद्र कोणत्या स्थानी असेल याचा अंदाज करा आणि त्याबाबत तुमच्या गटात चर्चा करा.

Guess at which position there would be a half Moon, and discuss it in your group.



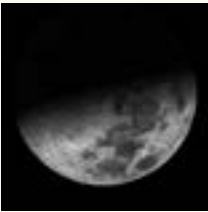

चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असताना त्याच्या कक्षेत दोन वेळा सूर्य – पृथ्वी – चंद्र यांच्या दरम्यानचा कोन 90° होतो; या दोन्ही वेळी अर्धचंद्र दिसेल. लक्षात घ्या की या वेळी पृथ्वीवरील प्रत्येकाला अर्धचंद्र दिसेल.









The angle between the Sun-Earth-Moon is 90 degrees, at two positions of the Moon in its orbit around Earth; at these two positions it will be half Moon. Notice that this time, for everyone on the surface of Earth, it is half Moon.

यावर चर्चा करा की चंद्र त्याच्या कक्षेत फिरत असताना, पृथ्वीवरून पाहिले तर चंद्राचा प्रकाशित भाग काही काळासाठी वाढताना दिसतो आणि पुढे काही काळासाठी कमी होताना दिसतो. जेव्हा चंद्राचा प्रकाशित भाग वाढत जातो, त्याला चंद्राची वृद्धी (waxing of the Moon) म्हणतात आणि जेव्हा चंद्राचा प्रकाशित भाग कमी होत जातो त्याला चंद्राचा क्षय (waning of the Moon) म्हणतात. आता, अंदाज करा की चंद्राच्या कक्षेच्या कोणत्या अर्ध्या भागात वृद्धी होईल आणि कोणत्या अर्ध्या भागात क्षय होईल? हे तुम्ही भूमिका वठवणी कृतीमधून स्पष्ट करा. लक्षात घ्या की, चंद्र पौर्णिमेपासून अमावास्येच्या स्थितीत जात असतो तेव्हा त्याचा क्षय होतो. याला कृष्ण पक्ष म्हणतात, आणि अमावस्येपासून पौर्णिमेच्या स्थितीत येताना चंद्राची वृद्धी होते. याला शुक्ल पक्ष म्हणतात.

Discuss that during the motion of the Moon in its orbit, the bright portion of the Moon (as seen from Earth) increases for some time, and then decreases for some time. When the bright portion of the Moon (as seen from Earth) is increasing it is called as the waxing of the Moon, and when it is decreasing it is called as the waning of the Moon. Now, guess in which half of the Moon's orbit it would be waxing and in which half it would be waning. Explain this by role play. Notice that when the Moon is going from full Moon to new Moon it is waning, and when it is going from new Moon to full Moon, it is waxing (Krishna Paksha and Shukla Paksha, respectively).

**कृती 2: तक्त्यातील विदेचे विश्लेषण****Task 2: Analysing a data table**

अनुक्रमांक Sr. No.	01	02	03	04
चंद्राची प्रतिमा Image of the Moon				
तारीख Date	18/02/2018	20/02/2018	23/02/2018	24/02/2018
चंद्रोदयाची वेळ Rise Time	08:02	10:01	12:15	13:07
चंद्रास्ताची वेळ Set Time	20:00	22:39	00:31	01:31

अनुक्रमांक Sr. No.	05	06	07	08
चंद्राची प्रतिमा Image of the Moon				
तारीख Date	26/02/2018	28/02/2018	01/03/2018	02/03/2018
चंद्रोदयाची वेळ Rise Time	15:04	17:10	18:12	19:12
चंद्रास्ताची वेळ Set Time	03:32	05:27	06:19	07:08
अनुक्रमांक Sr. No.	09	10	11	12
चंद्राची प्रतिमा Image of the Moon				
तारीख Date	04/03/2018	05/03/2018	07/03/2018	09/03/2018
चंद्रोदयाची वेळ Rise Time	21:06	22:01	00:13	01:54
चंद्रास्ताची वेळ Set Time	08:36	09:18	12:06	13:29

तक्ता 1 वेगवेगळ्या तारखांना चंद्रोदयाच्या आणि चंद्रास्ताच्या वेळी चंद्राच्या घेतलेल्या प्रतिमा. आकाशातील चंद्राचे स्थान आणि वेळ यांनुसार वास्तविक रूप चित्रात दाखवल्यापेक्षा भिन्न असू शकते.

Table 1 Images of the Moon taken on different dates along with rise and setting times. Depending on the time and the position of the Moon in the sky, the actual appearance may be different from what is shown above.

1. तक्ता 2 मध्ये, पहिल्या तीन रकान्यात दिलेली माहिती वापरून रकाना 4 (चंद्राचा आकार) आणि 5 (सीमारेषा) भरा.

In Table 2, fill the columns 4 (Moon shape) and 5 (Boundary) using the information given in the first three columns

तारीख Date	चंद्रोदयाची वेळ Moon-rise time	चंद्रास्ताची वेळ Moon-set time	चंद्राचा आकार (चंद्रकोर/अर्धचंद्र/ अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)/पूर्ण/ चंद्र रात्रभर दिसला नाही) Moon shape (crescent / half / more than half (gibbous) / full / not visible)	चंद्रावर पडलेला उजेड आणि काळोख यांची सीमा (बहिर्वक्र/अंतर्वक्र) Boundary of Bright and Dark region of Moon is (convex / concave / straight)
18/02/2018	08:02	20:00		

20/02/2018	10:01	22:39		
23/02/2018	12:15	00:31		
24/02/2018	13:07	01:31		
26/02/2018	15:04	3:32		
28/02/2018	17:10	05:27		
01/03/2018	18:12	06:19		
02/03/2018	19:12	07:08		
04/03/2018	21:06	08:36		
05/03/2018	22:01	09:18		
07/03/2018	00:13	12:06		
09/03/2018	01:54	13:29		

तक्ता 2 निरीक्षण तक्ता
Table 2 Observation Table

तारीख Date	चंद्रोदयाची वेळ Moon-rise time	चंद्रास्ताची वेळ Moon-set time	चंद्राचा आकार (चंद्रकोर/ अर्धचंद्र/ अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)/पूर्ण/चंद्र रात्रभर दिसला नाही) Moon shape (crescent / half / more than half (gibbous) / full / not visible)	चंद्रावर पडलेला उजेड आणि काळोख यांची सीमा (बहिर्वक्र/अंतर्वक्र) Boundary of Bright and Dark region of Moon is (convex / concave / straight)
18/02/2018	08:02	20:00	चंद्रकोर crescent	अंतर्वक्र concave
20/02/2018	10:01	22:39	चंद्रकोर crescent	अंतर्वक्र concave
23/02/2018	12:15	00:31	अर्ध चंद्र Half Moon	straight
24/02/2018	13:07	01:31	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
26/02/2018	15:040	3:32	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
28/02/2018	17:10	05:27	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
01/03/2018	18:12	06:19	पूर्ण चंद्र Full Moon	-
02/03/2018	19:12	07:08	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
04/03/2018	21:06	08:36	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex

05/03/2018	22:01	09:18	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
07/03/2018	00:13	12:06	अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) More than half	बहिर्वक्र convex
09/03/2018	01:54	13:29	पूर्ण चंद्र Half Moon	straight

तक्ता T1 निरीक्षण तक्ता
Table T1 Observation Table

2. तक्त्यात दिलेल्या माहितीचा अभ्यास करून पुढील विधाने बरोबर किंवा चूक, ते सांगा.
Study the table and state if the following statements are true or false.

- a. चंद्राचा प्रकाशित भाग नेहमी सूर्याच्या दिशेला असतो. _____
The bright part of the Moon is always towards the Sun. _____

बरोबर
True

- b. चंद्राचा गडद आणि प्रकाशित भाग यांची सीमा नेहमीच अंतर्वक्र असते. _____
The boundary of dark and bright part of the Moon is always concave. _____

चूक [चंद्रकोरीची आतील कडा अंतर्वक्र असते, तर चंद्राच्या फुगीर भागाकडील कडा बहिर्वक्र असते. कृपया तक्ता 1, प्रतिमा 9 ते 11 पहा]
False [The inside edge of a crescent Moon is concave, while for a gibbous Moon it is convex. Refer table 1, images 9 to 11]

- c. चंद्र दररोज एकाच वेळी उगवत नाही. _____
The Moon does not rise at the same time everyday. _____

बरोबर [चंद्र हा पृथ्वीभोवती फिरतो (परिभ्रमण). या फिरण्यामुळे चंद्र दररोज सुमारे 50 मिनिटे उशीरा उगवतो.]
True [It rises approximately 50 minutes late every day because of its own motion around Earth.]

- d. अमावास्येच्या दिवशी चंद्रोदय होत नाही. _____
The Moon does not rise on a new Moon day. _____

चूक [अमावास्येच्या दिवशीही चंद्र उगवतो. परंतु त्याच्या पृथ्वीकडे असलेल्या पृष्ठभागावर सूर्यप्रकाश पडत नाही. तसेच, चंद्र सूर्याबरोबर उगवतो आणि सूर्याच्या प्रकाशात आपल्याला चंद्र दिसत नाही.]
False [The Moon does rise, but its side which faces Earth does not receive sunlight. Also, it rises with the Sun and due to sunlight, we can not see it.]

- e. पौर्णिमेनंतरच्या दुसऱ्या दिवशी, सूर्यास्तानंतर सुमारे एक तासाने चंद्र उगवतो. _____
On the day after full Moon, the Moon rises around one hour after sunset. _____

बरोबर [पौर्णिमेच्या दिवशी, चंद्रोदय सूर्यास्ताच्या वेळी होतो. म्हणूनच पौर्णिमेनंतरच्या दुसऱ्या दिवशी, चंद्रोदय जवळजवळ 50 मिनिटांनी उशीरा होतो.]

True [On a full Moon day, the moonrise happens at sunset, hence one day after full Moon, the moonrise will happen nearly 50 minutes later.]

f. अमावास्येच्या आदल्या दिवशी, सूर्योदयाच्या सुमारे एक तास आधी चंद्र उगवतो. _____

On the day before new Moon, the Moon rises around one hour before sunrise. _____

बरोबर [अमावास्येच्या दिवशी, चंद्रोदय सूर्योदयाच्या वेळी होतो. म्हणूनच अमावास्येच्या आदल्या दिवशी चंद्रोदय सुमारे 50 मिनिटे आधी होतो. चंद्राची ही कला सामान्यपणे अत्यंत फिकट असते आणि नुसत्या डोळ्यांनी सहजासहजी दिसत नाही. काही ठिकाणी जर पूर्वेकडील क्षितिज स्वच्छ असेल, तर नुसत्या डोळ्यांना ती कला दिसू शकते.]

True [On a new Moon day, the moonrise happens at sunrise, hence one day before new Moon, the moonrise will happen nearly 50 minutes earlier. This phase of Moon is usually very faint and may not be visible easily to naked eye. From some locations if the eastern horizon is clear, it is possible to observe it with naked eyes.]

g. चंद्रवृद्धीच्या पंधरवड्यात (शुक्ल पक्ष/प्रकाशित पंधरवडा), सूर्यास्ताच्या वेळी चंद्र आकाशातच असतो. _____

In a waxing fortnight (Shukla Paksha / bright fortnight), the Moon is already in the sky at sunset. _____

बरोबर [अमावास्येपासून पौर्णिमेपर्यंतच्या पंधरवड्याला शुक्ल पक्ष म्हणतात. अमावास्येच्या दिवशी, चंद्र सूर्याबरोबरच मावळतो आणि त्यानंतर चंद्र दररोज 50 मिनिटांनी मावळत जातो. म्हणूनच शुक्ल पक्षात, चंद्र सूर्यास्ताआधीही काही वेळ आकाशात दिसू लागतो.]

True [The fortnight from new Moon to full Moon is called as the waxing fortnight. On a new Moon day, the Moon sets with the Sun, and after that, everyday it sets 50 minutes later. This is why during a waxing fortnight, the Moon will be present in the sky for some time even before sunset.]

h. चंद्र क्षयाच्या पंधरवड्यात (कृष्ण पक्ष/ गडद पंधरवडा), सूर्योदयाआधीच चंद्र आकाशात असतो. _____

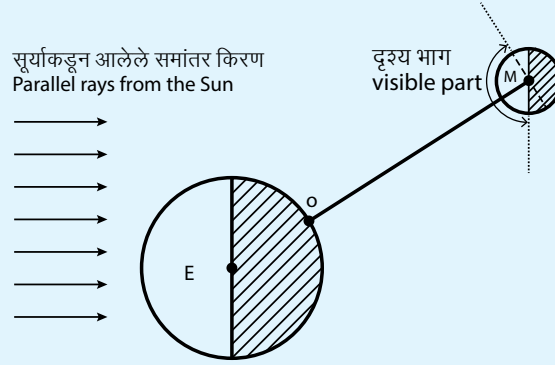
In a waning fortnight (Krishna Paksha/dark fortnight), the Moon is already in the sky at sunrise. _____

बरोबर [पौर्णिमेपासून अमावास्येपर्यंतच्या पंधरवड्याला कृष्ण पक्ष म्हणतात. पौर्णिमेला, सूर्य उगवत असताना चंद्र मावळतो आणि त्यानंतर चंद्र दररोज 50 मिनिटांनंतर मावळतो. म्हणूनच कृष्ण पक्षात सूर्योदयाच्या वेळी चंद्र आकाशात असतो.]

True [The fortnight from full Moon to new Moon is called as the waning fortnight. On a full Moon day, the Moon sets when the Sun is rising, and after that, everyday it sets 50 minutes later. This is why during a waning fortnight, the Moon will be present in the sky at the time of sunrise.]

- कल्पना करा की आपण अंतराळवीर आहोत आणि अवकाशात आपल्या सूर्यमालेच्या प्रतलाच्या वर गेलो आहोत. तसेच आपण पृथ्वी आणि चंद्र यांचे वरून निरीक्षण करीत आहोत. सूर्याची किरणे पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यावर पानाच्या डावीकडून आणि तळाला समांतर अशी पडली आहेत. आकृतीत (आकृती 2 मध्ये), पृथ्वी आणि चंद्र यांचे योग्य व्यास काढा ज्यामुळे सूर्यप्रकाश पडलेले भाग आणि सूर्यप्रकाश न पडलेले भाग वेगळे दिसून येतील. अप्रकाशित भाग तुमच्याकडील पेन्सिलने गडद करा. आता, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या केंद्रांना जोडणाऱ्या रेषेवर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असा एक लहान निरीक्षक 'O' गृहीत धरा. या निरीक्षकाला चंद्राचा कोणता भाग दृश्यमान असेल हे दाखवण्यासाठी चंद्राचा योग्य व्यास काढा.

Imagine that we are astronauts and have gone in space above the plane of our solar system, and we are observing Earth and the Moon from above. Rays of the Sun are falling on Earth and the Moon from the left of the page and are parallel to the bottom edge. In the diagram (figure 2), draw appropriate diameters of Earth and the Moon, to separate the parts receiving sunlight and the parts not receiving sunlight. Shade the dark part with your pencil. Next, assume a tiny observer "O" on the surface of earth, exactly along the line connecting the centres of Earth and the Moon. Draw an appropriate diameter of the Moon to show which part of the Moon will be visible to this observer.



आकृती प्रमाणात नाही
Not to the scale

आकृती T1 निरीक्षक O साठी चंद्राची कला (विद्यार्थ्यांनी आकृती काढणे अपेक्षित आहे)
Figure T1 Moon phase for observer O (To be Drawn by student)

4. तुमच्या आकृतीच्या आधारे पुढील उत्तरे द्या :
- Based on your diagram, answer the following:
- a. निरीक्षक प्रकाशमान भागात की गडद भागात आहे?
- Is the observer in the bright part or the dark part?

निरीक्षक गडद भागात आहे.
The observer is in dark part.

- b. निरीक्षकाने पाहिल्याप्रमाणे, चंद्राचा किती भाग प्रकाशमान आहे (अर्ध्यापेक्षा कमी/अर्ध्यापेक्षा जास्त)?
- As seen by this observer, how much of the Moon's disc is bright (less than half/more than half)?

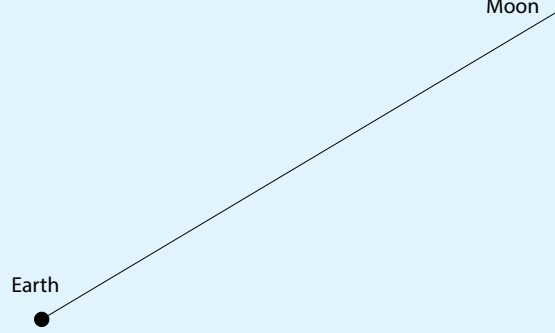
अर्ध्यापेक्षा जास्त.
More than half.

- c. आपण असे मानू, की चंद्राचा व्यास 2 मिमी. आहे. त्यानुसार पृथ्वीचा व्यास सुमारे 7 मिमी. होईल. या प्रमाणानुसार, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यातील अंतर सुमारे 23 सेंमी. असेल. गरज पडल्यास एका वेगळ्या कागदावर पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार आणि यांच्यातील सापेक्ष अंतर याची आकृती काढा. आकृती पाहून पृथ्वीवर निरीक्षक कोणत्याही ठिकाणी असल्यास त्याला चंद्राच्या कला सारख्याच दिसतील असा निष्कर्ष काढता येईल का? याच्याशी तुम्ही सहमत आहात का?

Let us assume that the diameter of the Moon is 2 mm. Then the diameter of Earth will be approximately 7 mm. At this scale, the distance between Earth and the Moon will be about 23 cm. Draw a diagram of the relative sizes and the distance between Earth and the Moon on a separate page if needed. By looking at the diagram, it is possible to conclude that observers at any location on Earth will see approximately the same phase of the Moon. Do you agree? Explain.

होय. पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यातील अंतराच्या तुलनेत, दोन्हीचे आकारमान अत्यंत लहान असल्याने, पृथ्वीवरील कोणत्याही ठिकाणावरून निरीक्षकाला चंद्राच्या कला जवळजवळ सारख्याच दिसतील.

Yes. Due to extremely small sizes of Earth and the Moon, as compared to the distance between them, observers at any location on Earth will see approximately the same phase of the Moon.



आकृती प्रमाणात नाही
Not to the scale

आकृती T3 पृथ्वीचा आणि चंद्राचा सापेक्ष आकार व त्यांच्यातील सापेक्ष अंतर दर्शवणारी आकृती.

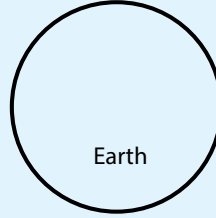
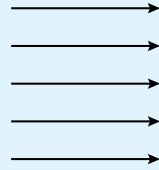
Figure T3 diagram indicating the relative sizes of earth and the moon and the distance between them.

d. पौर्णिमेच्या दिवशी चंद्र कोठे असेल? तुमच्या आकृतीत, त्याच्या स्थानाभोवती वर्तुळ काढा आणि त्याला F हे नाव द्या.

Where will the Moon be on the full moon day? In your diagram, mark the position with a circle, and label it as

सूर्याकडून आलेले किरण

Rays from the Sun



Earth

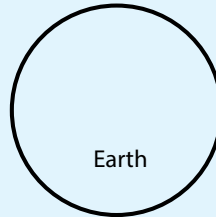
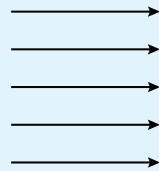
एका दिशेने पाहिल्यास (समजा वरून)

As seen from one orientation (say vertical)



सूर्याकडून आलेले किरण

Rays from the Sun



Earth

एका दिशेने पाहिल्यास (समजा बाजूने)

As seen from another orientation (horizontal)



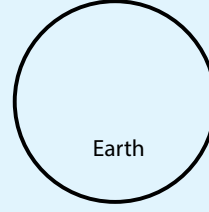
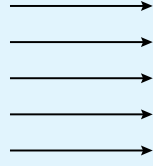
आकृती प्रमाणात नाही
Not to the scale

आकृती T4 पौर्णिमेचा दिवस (विद्यार्थ्यांनी वरील दोनपैकी कोणतेही रेखाचित्र काढल्यास चालेल. दोन्ही रेखाचित्रे काढल्यास ते विद्यार्थ्यांना अधिक चांगल्या प्रकारे समजू शकते)

Figure T4 Full Moon day (any of the two drawing by students are fine.
Drawing both may bring more clarity to students)

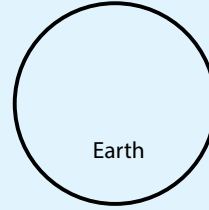
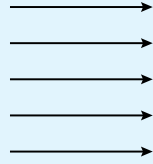
- e. अमावास्येच्या दिवशी चंद्र कोठे असेल? तुमच्या आकृतीत, त्याच्या स्थानाभोवती वर्तुळ काढा आणि त्याला N हे नाव द्या.
Where will the Moon be on the new Moon day? In your diagram, mark the position with a circle, and label it as N..

सूर्याकडून आलेले किरण
Rays from the Sun



एका दिशेने पाहिल्यास (समजा वरून)
As seen from one orientation (say vertical)

सूर्याकडून आलेले किरण
Rays from the Sun



एका दिशेने पाहिल्यास (समजा बाजूने)
As seen from another orientation (horizontal)

आकृती प्रमाणात नाही
Not to the scale

आकृती T5 अमावस्येचा दिवस (विद्यार्थ्यांनी वरील दोनपैकी कोणतेही रेखाचित्र काढल्यास चालेल. दोन्ही रेखाचित्रे काढल्यास ते विद्यार्थ्यांना अधिक चांगल्या प्रकारे समजू शकते)

Figure T5 New Moon day (any of the two drawing by students are fine.
Drawing both may help bring more clarity to students)

- f. अमावस्येच्या दिवशी पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडेल का?
Will the shadow of Earth fall on the Moon on a new Moon day?

नाही, अमावस्येच्या दिवशी चंद्र आणि सूर्य पृथ्वीच्या एकाच बाजूला असतात, म्हणून पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडत नाही. या स्थितीच्या बाबतीत असा एक गैरसमज आहे की सूर्याप्रमाणेच चंद्रदेखील पृथ्वीच्या एकाच बाजूला असल्याने दरवेळी सूर्यग्रहण होईल. लक्षात घ्या की, चंद्र कदाचित सूर्य आणि पृथ्वी यांना जोडणाऱ्या रेषेवर नसावा आणि म्हणूनच सूर्यग्रहण होईल, हे गरजेचे नाही.

No, on a new Moon day, the Moon is on the same side of Earth as the Sun, therefore Earth's shadow cannot fall on the Moon. A common misinterpretation for this scenario is that Moon being on the same side of Earth as the Sun will always lead to solar eclipse. Note that the Moon may not be necessarily on the line connecting the Sun and Earth and hence need not be a solar eclipse.

- g. अंतराळवीरांनी पाहिल्याप्रमाणे, पृथ्वी घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने (प्रतिघटिवत) फिरते. प्रश्न 3 मध्ये, आता एक दुसरा निरीक्षक पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर, गडद भागाच्या वरच्या कडेला उभा करा. अशा स्थितीत दुसऱ्या निरीक्षकाला सूर्योदय की सूर्यास्त दिसेल?
As seen by astronauts, Earth rotates anticlockwise. In question no. 3, now place a second observer on the surface of Earth, on the upper edge of the dark part. Does this second observer see a sunrise or a sunset?

आपण असे गृहीत धरले आहे की सूर्य आकृतीमध्ये डाव्या बाजूला आहे आणि येथून, पृथ्वी घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने फिरत असल्याचे दिसते. अशा स्थितीत, दुसरा निरीक्षक गडद भागाकडून प्रकाशित भागामध्ये जाईल. म्हणूनच दुसऱ्या निरीक्षकाला सूर्योदय दिसेल.

We have assumed that the Sun is on the left side of the diagram, and from this angle, Earth appears to rotate anti-clockwise. Thus, the second observer is moving from the darker region into bright region. Hence the second observer must be watching a sunrise.

- h. अंतराळवीरांनी पाहिल्याप्रमाणे, चंद्राच्या परिभ्रमणाची दिशादेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या विरुद्ध आहे. तर हा शुक्ल पक्ष आहे की कृष्ण पक्ष आहे?
As seen by astronauts, direction of the Moon's revolution is also anti-clockwise. So is this a waxing fortnight or a waning fortnight?

चंद्राची पृथ्वीभोवती फिरण्याची दिशादेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट आहे. म्हणून पृथ्वीच्या सापेक्ष सूर्य ज्या दिशेला आहे त्याच दिशेला चंद्र अवकाशात सरकतो. म्हणून, हा कृष्ण पक्ष आहे.

Direction of the Moon's revolution is also anticlockwise, hence the Moon is moving towards the same side as that of the Sun in the sky with respect to Earth. Therefore, it is a waning fortnight.

- i. तुम्ही याबाबत अंदाज कराल का?
Can you guess this?

(i) चंद्रग्रहणाच्या दरम्यान सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र एकाच रेषेत येतात. परंतु आपल्याला प्रत्येक पौर्णिमेला चंद्रग्रहण दिसत नाही. यामागील कारण काय असेल असे तुम्हाला वाटते?

During a lunar eclipse, the Sun, Earth, and the Moon get aligned. But we don't see a lunar eclipse on every full Moon day. What do you think is the reason for this?

(ii) प्रत्येक अमावास्येच्या दिवशी आपल्याला सूर्यग्रहण दिसते का? कारणे द्या.

Do we see a solar eclipse on every new Moon day? Give reasons.



अधिक वाचनासाठी / संदर्भ Suggested Readings / Resources

- An education research paper on the difficulties faced by learners in understanding origin of phases of moon: Subramaniam, K., & Padalkar, S. (2009). Visualisation and reasoning in explaining the phases of the moon. International Journal of Science Education, 31(3), Special Issue on "Visual and Spatial Modes in Science Learning", 395-417.
- A short children's film in Hindi (~25 min) made by NCERT in 1999, including role play activities by children: <https://www.youtube.com/watch?v=z1EBuKZ-MHY>
- A shorter YouTube video in English (~ 4 minutes) demonstrating phases of the Moon: <https://www.youtube.com/watch?v=wz01pTvuMa0&feature=youtu.be>
- Timetable of phases of the Moon for the current year: <https://www.timeanddate.com/moon/phases/>
- Brief introduction to the different terms for phases of the Moon: <https://astrosociety.org/edu/publications/tnl/12/12.html>
- Venkateshwaran, T. V., & Gupta, A. (2009). Basis of astronomy through role play. Bharat Gyan Vigyan Samiti, New Delhi. <http://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/role-play-eng.pdf>