



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

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

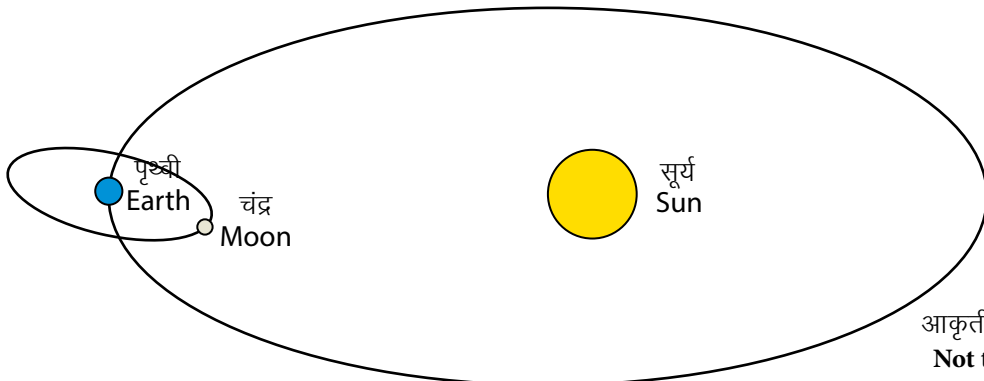
कागद, पेन्सिल, खोडरबर इत्यादी
Paper, pencil, eraser, etc.

अवकाशातील एखादी वस्तू दुसऱ्या वस्तूभोवती एका ठराविक 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 प्रमाणात नाही
Not to the scale

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 विद्यार्थिनी पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यापासून काही अंतरावर उभी राहिल. तिचे डोके इतर दोन विद्यार्थ्यांपेक्षा थोडेसे उंच असले पाहिजे (सूर्याच्या भूमिकेतील ती विद्यार्थिनी 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 विद्यार्थिनीचे 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.

- **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 महत्त्वाचे 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).

- **अर्धचंद्र**
Half Moon








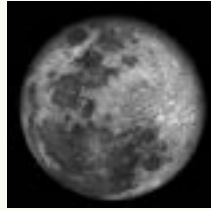
अर्धचंद्र कोणत्या स्थानी असेल याचा अंदाज करा आणि त्याबाबत तुमच्या गटात चर्चा करा.





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

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 अर्द्या भागात वृद्धी होईल आणि कोणत्या अर्द्या भागात क्षय होईल? हे तुम्ही भूमिका वटवणी 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 दाखविल्यापेक्षा 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.

- 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

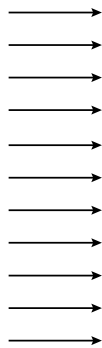
2. तक्त्यात दिलेल्या माहितीचा अभ्यास करून पुढील विधाने बरोबर किंवा चूक, ते सांगा.
Study the table and state if the following statements are true or false.

- a. चंद्राचा प्रकाशित भाग नेहमी सूर्याच्या दिशेला असतो. _____
The bright part of the Moon is always towards the Sun. _____
- b. चंद्राचा गडद आणि प्रकाशित भाग यांची सीमा नेहमीच अंतर्वक्र असते. _____
The boundary of dark and bright part of the Moon is always concave. _____
- c. चंद्र दररोज एकाच वेळी उगवत नाही. _____
The Moon does not rise at the same time everyday. _____
- d. अमावास्येच्या दिवशी चंद्रोदय होत नाही. _____
The Moon does not rise on a new Moon day. _____
- e. पौर्णिमेनंतरच्या दुसऱ्या दिवशी, सूर्यास्तानंतर सुमारे एक तासाने चंद्र उगवतो. _____
On the day after full Moon, the Moon rises around one hour after sunset. _____
- 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. _____
- 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. _____
- 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. _____

1. 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.

सूर्याकडून आलेले समांतर किरण
Parallel rays from the Sun



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? -----

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)?

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.

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

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..

f. अमावास्येच्या दिवशी पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडेल का?

Will the shadow of Earth fall on the Moon on a new Moon day?

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?

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?

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.
