

# चंद्र आणि त्याच्या कला

## Overview

### ओळख

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:

महिन्याभराच्या कालावधीत चंद्राच्या आकारात आणि आकारमानात / रूपात होणारा दिसणारा बदल हा मुलांमुलींसाठी / कुमारवयातील विद्यार्थ्यांसाठी नेहमीच एक कुतुहलाचा / उत्सुकतेचा / मनोरंजक विषय असतो. अगदी अनेक प्रौढांनादेखील चंद्राच्या अवस्थांची / कलांमागील कारणे / मूळ समजायला अडचणी येतात. चंद्रावर पडणाऱ्या पृथ्वीची सावली बदलल्यामुळे चंद्राच्या कला बदलतात, हे यामागे एक सामान्य पर्यायी मानसिक प्रतिरूप असून अनेक विद्यार्थी ते समजून घेताना झुंजतात/अडखळतात. चंद्राच्या कला समजून घेताना ज्या अडचणी येतात, त्या पुढील मुद्द्यांकडे विद्यार्थ्यांचे वेधून दूर केल्या जाऊ शकतात :

- (i) a full month data about the shape and orientation of the Moon in the sky,
- (i) आकाशातील चंद्राचे आकार आणि त्याची दिशानिर्देशन यांबद्दलची महिन्याभरातील विदा (माहिती)
- (ii) the Moon's rising and setting times on different dates, and
- (ii) वेगवेगळ्या तारखांना/ दिवशी होणारा चंद्रोदय आणि चंद्रास्त यांच्या वेळा, आणि
- (iii) the observations of sun and moon simultaneously in the sky on certain days (during day time).
- (iii) काही ठराविक / विशिष्ट दिवशी सूर्य आणि चंद्र यांची एकाचवेळी केलेली निरीक्षणे (दिवसभरात)

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 घटकातून आपण हे शिकणार आहोत की, चंद्र (चंद्राचा आकार) किंवा पृथ्वीची चंद्रावर पडणारी सावली यांच्यात बदल होत नाहीत. हा परिणाम / आविष्कार पृथ्वीवरून आपल्याला दिसतो तो सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या सापेक्ष स्थानांमध्ये/ स्थितींमध्ये/ जागांमध्ये होणाऱ्या बदलांमुळे घडून येतो, कारण चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असतो तेव्हा सूर्यप्रकाशामुळे दररोज चंद्राचा वेगवेगळा भाग प्रकाशित होत असतो.

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.

या अध्ययन घटकामध्ये, विद्यार्थी चंद्राविषयी असलेल्या विदाची / माहितीचे विश्लेषण करून स्वतः निष्कर्ष काढण्याचा प्रयत्न करतील आणि चंद्राच्या कलासंबंधी वेगवेगळ्या परिभाषा देखील शिकतील. या घटकात २ कृतींचा समावेश आहे; कृती १ मध्ये, चंद्र पृथ्वीभोवती कसे परिभ्रमण करतो (चंद्राची पृथ्वीभोवतीची गती) हे दाखविण्यासाठी (आणि अशा प्रकारची कल्पना करण्यासाठी) विद्यार्थी भूमिका वठवणी करतील (Role playing), आणि कृती २ मध्ये प्रत्येक विद्यार्थी तक्त्यामधील माहिती पूर्ण भरतील आणि तक्त्यात भरलेल्या विदावर / माहितीवर आधारित प्रश्नांची उत्तरे शोधतील.

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

शक्य झाल्यास, विद्यार्थी आकाशातील चंद्राचे एक महिना निरीक्षणदेखील करू शकतात आणि स्वतः विदा / माहिती गोळा करून विश्लेषण करू शकतात.

**Minimum time: 3 sessions of 40 minutes each**

**किमान वेळ: ४० मिनिटांच्या ३ तासिका**

**Type of Learning Unit: Classroom and (if possible) field work**

**अध्ययन घटकाचा प्रकार: वर्ग आणि (शक्य झाल्यास) प्रत्यक्ष क्षेत्र कार्यावर आधारित**

**Unit-specific objectives**

**घटक-विशिष्ट उद्दीष्टे**

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

**Links to curriculum**

## अभ्यासक्रमाशी दुवे:

NCERT Class 8 Science textbook: Chapter 16: Light (Concept of light path and shadows)

NCERT Class 8 Science textbook: Chapter 17: Stars and the Solar system

## Introduction

### ओळख

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 a well-reasoned answers.

एका महिन्याच्या कालावधीत चंद्राच्या आकारात दररोज, पौर्णिमेपासून अमावास्येपर्यंत आणि पुन्हा पौर्णिमेपर्यंत हळूहळू बदल होत असतात, हे आपण पाहतो. चंद्राच्या या बदललेल्या आकारांना ‘चंद्राच्या कला’ म्हणतात. या अध्ययन घटकात, चंद्राच्या कलांसंबंधी आपण काही कृती करून आणि त्यासंबंधी काही प्रश्नांची उत्तरे शोधून काही संकल्पना समजून घेणार आहोत. प्रश्नांची उत्तरे लिहून झाल्यानंतर, आपण त्या सर्व उत्तरांची एकत्रितपणे चर्चा करू आणि योग्य-तर्कसंगत उत्तरांपर्यंत पोहोचण्याचा प्रयत्न करू.

**Materials: Paper, pencil, eraser, etc.**

**साहित्य: कागद, पेन्सिल, खोडरबर इत्यादी**

### Task 1: Role playing activity

#### कृती 1: भूमिका वठवणी कृती

“Orbits” are the paths taken by Earth and the Moon as they move around the Sun and Earth respectively. 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.)

पृथ्वी आणि चंद्र अनुक्रमे सूर्य आणि पृथ्वी यांच्याभोवती ज्या मार्गांनी फिरतात ते मार्ग म्हणजेच त्यांची ‘कक्षा’ होय. / (पृथ्वी आणि चंद्र अनुक्रमे सूर्य आणि पृथ्वी यांच्याभोवती ज्या मार्गाने फिरतात त्या मार्गाला ‘कक्षा’ म्हणतात). पुढील दिलेली आकृती प्रमाणात नाही, याची नोंद घ्या. (सूर्य त्याच्या प्रमाणित / वास्तविक आकारापेक्षा खूप लहान दाखविला आहे. तसेच सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यातील प्रमाणित/वास्तविक अंतराच्या तुलनेत सूर्य पृथ्वीच्या अधिक जवळ दाखविला आहे.)

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°.

पृथ्वीच्या कक्षेमुळे एक प्रतल होते ज्या प्रतलात पृथ्वी आणि सूर्य दोन्ही स्थित असतात. त्याप्रमाणेच चंद्राच्या कक्षेमुळेही एक प्रतल बनते ज्यात पृथ्वी आणि चंद्र दोन्ही स्थित असतात. ही दोन्ही प्रतले प्रत्यक्षात वेगवेगळी आहेत. चंद्राच्या कक्षाचे प्रतल हे सूर्याभोवती फिरणाऱ्या पृथ्वीच्या कक्षेच्या प्रतलाच्या तुलनेत किंचित अंदाजे 5° कोनातून कललेले / झुकलेले आहे.

Let us play a game which helps us understand the different positions of the Moon between the Sun and Earth, during its different phases.

चंद्राच्या (कला बदलताना / वेगवेगळ्या कलांच्या) (टप्प्यांवर / दरम्यान) सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यातील चंद्राचे स्थान समजून घेण्यासाठी आपण एक खेळ खेळू या.

## Instructions

### सूचना

- Three students will play the roles of the Sun, Earth, and the Moon. Other students, who are not playing any roles, will observe the activity from a distance.

तीन विद्यार्थी सूर्य, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या भूमिका साकारतील. इतर विद्यार्थी, जे कोणत्याही भूमिकेत नाहीत ते दूरवरून ही कृती पाहतील. (थोड्याशा अंतरावरून / बाजूला उभे राहून)

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

पृथ्वीच्या भूमिकेत असलेल्या विद्यार्थ्याचे डोके हे पृथ्वीचा गोल/ग्रह समजावे आणि त्याचे नाक हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील एक काल्पनिक व्यक्ती समजावी. (/ पृथ्वीच्या भूमिकेत असलेल्या विद्यार्थ्याच्या डोके म्हणजे पृथ्वी आणि त्याचे नाक म्हणजे पृथ्वीवरील एक काल्पनिक व्यक्ती समजू).

- 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).

चंद्राची भूमिका बजावणारा विद्यार्थी पृथ्वीभोवती चंद्राची कक्षा दाखविण्यासाठी एक वर्तुळ काढेल (हे आवश्यक नाही (याची गरज नाही), (परंतु ते उपयोगी ठरेल / त्याची मदत होईल).

- 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.)

सूर्याच्या भूमिकेत असलेला विद्यार्थी पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यापासून काही अंतरावर उभा राहील. या विद्यार्थ्याचे डोके इतर दोन विद्यार्थ्यांपेक्षा थोडेसे उंच स्थानावर असले पाहिजे. (सूर्याच्या भूमिकेतील तो/ती विद्यार्थी उंच असू शकतात किंवा लहान टेबलावर किंवा खुर्चीवर उभे राहू शकतात).

• 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.

पुढील माहिती विचारात घ्या / येथे काही माहिती दिलेली आहे. जर तुम्ही / आपण पृथ्वीच्या उत्तर ध्रुवाकडून खालच्या दिशेने / बाजूला पृथ्वीच्या कक्षाचे प्रतल पाहिले तर असे दिसेल की चंद्र पृथ्वीभोवती घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट (प्रतिघटिवत/घड्याळकाटेविरुद्ध) दिशेने फिरतो, पृथ्वी सूर्याभोवती घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने (प्रतिघटिवत) फिरते आणि पृथ्वी स्वतःभोवतीदेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने (प्रतिघटिवत) फिरते. तुम्ही ही माहिती खेळ खेळताना लक्षात ठेवा.

• Fix the position of the person playing the Sun's role to indicate the direction of sunlight.

सूर्यप्रकाशाची दिशा दाखविण्यासाठी सूर्याची भूमिका बजावणाऱ्या विद्यार्थ्याचे स्थान (जागा) निश्चित करा.

• 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.

पृथ्वीची भूमिका बजावणाऱ्या विद्यार्थ्याला सूर्याभोवती फिरण्याची गरज नाही आणि ती/तो एका ठिकाणी स्थिर राहू शकते, कारण आपल्याला चंद्राच्या कलांवर लक्ष केंद्रित करायचे आहे. चंद्राच्या कला पाहण्यासाठी गरजेनुसार ती/तो विद्यार्थी स्वतःभोवती / स्वतःच्या स्थानावर फिरू शकते.

• Now make the Moon go around in its orbit with its face towards the Earth. To begin with, let the Moon be between Earth and the Sun.

• आता चंद्राला पृथ्वीकडे /च्या दिशेने दर्शनी बाजू/चेहरा करून त्याच्या कक्षेत फिरायला सांगा. सुरुवात करताना चंद्राचे स्थान पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असू द्या.

Guess which part of the Moon's head will be illuminated, and which part will be dark due to the absence of sunlight?

तुम्ही याचा अंदाज करा की चंद्राचा कोणता भाग प्रकाशित असेल आणि सूर्यप्रकाशाच्या अनुपस्थितीमुळे कोणता भाग गडद (कोणता भाग काळोखात असेल) होईल? किंवा

• Now let the Moon take a position such that Earth is between the Moon and the Sun, and all the three are aligned.

• आता चंद्राचे स्थान असे करा की पृथ्वी ही चंद्र आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असेल आणि तिन्ही एका रेषेत असतील.

Discuss which part of the Moon is illuminated, and which is not.

चंद्राचा कोणता भाग प्रकाशित झाला आणि कोणता प्रकाशित झाला नाही, याची चर्चा 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.

आता चंद्राला त्याच्या मार्गावर वेगवेगळ्या जागी थांबू द्या. चंद्राचा कोणता भाग प्रकाशित होईल आणि कोणता नाही, याचा अंदाज विद्यार्थ्यांना करू द्या.

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.

चंद्राची भूमिका करणाऱ्या विद्यार्थ्याचा चेहरा जेव्हा सतत पृथ्वीकडे असेल, तेव्हा त्याच्या डोक्याचा कोणता भाग प्रकाशित झालेला आहे, याची कल्पना इतर विद्यार्थ्यांनी करावी. कारण सूर्यामुळे प्रकाशित होणाऱ्या “चंद्राच्या” डोक्याची बाजू बदलत राहील आणि पाहणाऱ्या विद्यार्थ्यांना / निरीक्षकाला सूर्यामुळे चंद्राच्या (मस्तकाच्या) प्रकाशित होणाऱ्या वेगवेगळ्या भागांची कल्पना करावी लागेल. येथे, विद्यार्थ्यांना भूमिका वठवणी कृतीमधून सांगितलेली माहिती समजण्यासाठी थोडा वेळ लागू शकतो.

If the students have difficulty visualising 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 visualise the phase of the Moon. In reality, this alternate model involves another approximation as it is not the same part of the Moon that faces the Sun all the time. 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).

जर विद्यार्थ्यांना “चंद्राच्या प्रकाशित भागापैकी” कोणता भाग पृथ्वीवरील व्यक्तींना प्रकाशमान दिसेल, याची कल्पना करण्यात (जर विद्यार्थ्यांना) अडचण येत असेल तर ते पर्यायी प्रतिरूपाचा वापर करू शकतात. चंद्राची भूमिका साकारणारा विद्यार्थी / व्यक्ती वेगवेगळ्या स्थानी/जागी जाताना आपला चेहरा सूर्याकडे करू शकते. त्यामुळे, विद्यार्थ्यांना या विद्यार्थ्याचा/व्यक्तीचा चेहरा चंद्राचा सतत प्रकाशित होऊ शकणारा भाग म्हणून कल्पना करण्यास मदत होईल. अशा प्रकारे, पृथ्वीवरून निरीक्षकाला चंद्राचा जो भाग प्रकाशित दिसतो, तोच भाग चंद्राची कला म्हणून समजता येईल. वस्तुस्थिती अशी आहे की, या पर्यायी प्रतिरूपात / उदाहरणात आणखी एक अदमास / गृहीत आहे कारण चंद्राचा तोच / सारखाच / एकच भाग नेहमीच सूर्यासमोर नसतो. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असताना तो स्वतःभोवती देखील फिरत असतो. चंद्राचा स्वतःभोवती फिरण्याचा (परिवलन) कालावधी हा त्याच्या पृथ्वीभोवती फिरण्याच्या (परिभ्रमण) कालावधी एवढाच असतो. त्यामुळे चंद्राची एकच बाजू पृथ्वीवरून दिसते. भूमिका वठवणीवरील सविस्तर चर्चेसाठी,

व्यंकटेश्वरन आणि गुप्ता यांच्या “Basis of astronomy through role play” या पुस्तिकेचा कृपया संदर्भ घ्या (पूर्ण संदर्भासाठी सूचवलेले स्रोत पाहा).

## Full Moon and new Moon

### पौर्णिमा आणि अमावास्या

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)?

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

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).

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

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.

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 असणे, आवश्यक आहे (असायला हवा).

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

जशी पृथ्वी फिरते, तसे पृथ्वीच्या प्रत्येक भागाला पौर्णिमा (किंवा अमावास्या) असल्याची अनुभूती होईल (असल्याचा अनुभव येईल).

Someone who knows a little bit more 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 explain the phenomena of eclipses in the classroom.

ज्यांना थोडीफार माहिती आहे असे विद्यार्थी म्हणू शकतात की चंद्र जेव्हा पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या दरम्यान असतो, तो काळ ग्रहणाचा असतो. अशी परिस्थिती टाळण्यासाठी आपण असे सांगू शकता की विद्यार्थ्यांना वेगवेगळ्या उंचीवर बसविले आहे. नंतर आपण सांगू शकता की पृथ्वीच्या बाबत चंद्र हा जरी सूर्याप्रमाणे सारख्या/एकाच दिशेला आहे, तरी ते अगदी सरळ रेषेत नाहीत. तसेच, नंतर जेव्हा आपण वर्गात ग्रहणांबाबत स्पष्टीकरण द्याल तेव्हा संदर्भासाठी हा मुद्दा वापरू शकता.

## Half Moon

### अर्धचंद्र

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

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

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.

चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत असताना त्याच्या कक्षेत दोन स्थानी/जागी/ठिकाणी सूर्य – पृथ्वी - चंद्र यांच्या दरम्यानचा कोन  $90^\circ$  होतो; चंद्र या दोन स्थानांवर अर्धचंद्र असेल. लक्षात घ्या की, यावेळी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील प्रत्येक निरीक्षकासाठी अर्धचंद्र असतो / असेल.

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).

याबाबत चर्चा करा की चंद्र त्याच्या कक्षेत परिभ्रमण करीत असताना, पृथ्वीवरून पाहताना चंद्राचा प्रकाशित भाग काही काळासाठी वाढतो आणि नंतर काही काळासाठी कमी होतो, यावर चर्चा करा. (पृथ्वीवरून पाहिले असता) 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 बांधा की चंद्राची कोणत्या अर्ध्या कक्षेत वृद्धी होईल आणि कोणत्या अर्ध्या कक्षेत क्षय होईल. हे भूमिका वठवणी कृतीमधून स्पष्ट करा. लक्षात घ्या की, जेव्हा चंद्र पौर्णिमेपासून अमावास्येच्या स्थितीत (कृष्ण पक्ष) जात असताना त्याचा क्षय होतो, तर अमावास्येपासून पौर्णिमेच्या स्थितीत (शुक्ल पक्ष) येताना चंद्राची वृद्धी होते (अनुक्रमे, कृष्ण पक्ष आणि शुक्ल पक्ष).

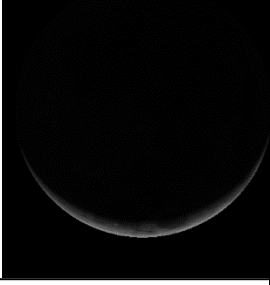
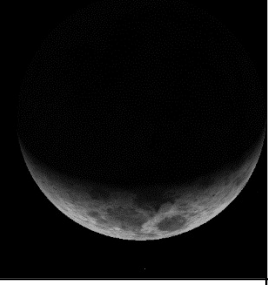
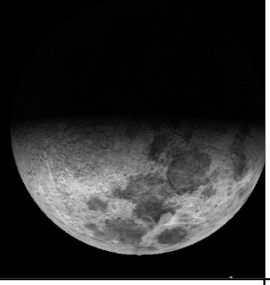





## Task 2: Analysing a data table





### कार्य २: माहिती सारणीचे विश्लेषण

Table 1: Images of Moon taken on different dates along with rise and setting times. In all pictures, west is top and east is down. However, depending what time of the day the image is taken (and hence if the Moon is in western or eastern sky), the brighter part of the Moon may be visible upward or downward, or slightly rotated.



तक्ता १: वेगवेगळ्या दिवशी / तारखांना चंद्रोदय आणि चंद्रास्त यांच्या वेळांनुसार चंद्राच्या प्रतिमा घेतल्या / टिपल्या आहेत. सर्व चित्रांमध्ये, वर पश्चिम दिशा आणि खाली पूर्व दिशा आहे. मात्र, दिवसाच्या कोणत्या वेळी प्रतिमा घेतली/ टिपली यांवर (आणि म्हणून जर चंद्र पश्चिमेच्या किंवा पूर्वेच्या आकाशात असेल तर), चंद्राचा प्रकाशित भाग वरच्या किंवा खालच्या बाजूला किंवा किंचित तिरका अवलंबून असू शकतो.

Sr. No. अनुक्रमांक	01	02	03	04
Image of Moon चंद्राची प्रतिमा				
Date तारीख	18/02/2018	20/02/2018	23/02/2018	24/02/2018
Rise Time चंद्रोदयाची वेळ	08:02	10:01	12:15	13:07
Set Time चंद्रास्ताची वेळ	20:00	22:39	00:31	01:31
Sr. No. अनुक्रमांक	05	06	07	08
Image of Moon चंद्राची प्रतिमा				
Date तारीख	26/02/2018	28/02/2018	01/03/2018	02/03/2018
Rise	15:04	17:10	18:12	19:12

Time चंद्रोदया ची वेळ				
Set Time चंद्रास्ता ची वेळ	03:32	05:27	06:19	07:08
Sr. No. अनुक्रमां क	09	10	11	12
Image of Moon चंद्राची प्रतिमा				
Date तारीख	04/03/2018	05/03/2018	07/03/2018	09/03/2018
Rise Time चंद्रोदया ची वेळ	21:06	22:01	00:13	01:54
Set Time चंद्रास्ता ची वेळ	08:36	09:18	12:06	13:29

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

१) तक्ता २ मध्ये, पहिल्या तीन रकान्यात दिलेली माहिती वापरून रकाना ४ (चंद्राचा आकार) आणि ५ (सीमारेषा) भरा.

Table 2: Observation Table

सारणी: निरीक्षण सारणी

Date	Moon-rise	Moon-set	Moon shape (crescent / half /	Boundary of Bright
------	-----------	----------	-------------------------------	--------------------

तारीख	time चंद्रोदयाची वेळ	time चंद्रास्ताची वेळ	more than half (gibbous) / full / absent) चंद्राचा आकार (चंद्रकोर / अर्धचंद्र / अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर) / पूर्ण / गैरहजर/अनुपस्थित)	and Dark region of Moon is (convex / concave) चंद्राचा प्रकाशित आणि गडद भागाची सीमा (बहिर्वक्र / अंतर्वक्र)
18/02/2018	08:02	20:00	Crescent चंद्रकोर	Concave अंतर्वक्र
20/02/2018	10:01	22:39	Crescent चंद्रकोर	Concave अंतर्वक्र
23/02/2018	12:15	00:31	Half moon अर्धचंद्र	Convex बहिर्वक्र
24/02/2018	13:07	01:31	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
26/02/2018	15:04	03:32	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
28/02/2018	17:10	05:27	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
01/03/2018	18:12	06:19	Full moon पूर्ण चंद्र	-
02/03/2018	19:12	07:08	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
04/03/2018	21:06	08:36	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
05/03/2018	22:01	09:18	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
07/03/2018	00:13	12:06	More than half अर्ध्यापेक्षा जास्त (फुगीर)	Convex बहिर्वक्र
09/03/2018	01:54	13:29	Half moon अर्ध चंद्र	Convex बहिर्वक्र

2) Study the table and state if the following statements are true or false.

२) तक्त्यात दिलेल्या माहितीचा अभ्यास करून पुढील विधाने सत्य किंवा असत्य, ते सांगा.

a) The bright part of the Moon is always towards the Sun. \_\_\_\_\_

a) चंद्राचा प्रकाशित भाग नेहमी सूर्याकडे असतो. \_\_\_\_\_

True, सत्य

b) The boundary of dark and bright part of the Moon is always concave. \_\_\_\_\_

b) चंद्राचा गडद आणि प्रकाशित भाग यांची सीमा नेहमीच अंतर्वक्र असते. \_\_\_\_\_

False [The inside edge of a crescent Moon is concave, while for a gibbous Moon it is convex.  
Refer table 1, images 9-11]

असत्य [चंद्रकोरीची आतील कडा/बाजू अंतर्वक्र आहे, तर चंद्राच्या फुगीर भागाची कडा/बाजू बहिर्वक्र आहे.  
कृपया तक्ता 1, प्रतिमा 9-11 पाहा]

c) The Moon does not rise at the same time everyday. \_\_\_\_\_

c) चंद्र दररोज एकाच वेळी उगवत नाही. \_\_\_\_\_

True [It rises approximately 50 minutes late every day because of its own motion around Earth.]

सत्य [पृथ्वीभोवती फिरताना चंद्राच्या स्वतःभोवती फिरण्यामुळे (परिवलनामुळे) तो दररोज सुमारे 50 मिनिटे उशिरा उगवतो.]

d) The Moon does not rise on a new Moon day. \_\_\_\_\_

d) अमावास्येच्या दिवशी चंद्रोदय होत 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 sunshine we can not see it.]

असत्य [अमावास्येच्या दिवशीही चंद्र उगवतो, परंतु पृथ्वीकडे असलेल्या पृष्ठभागावर सूर्यप्रकाश पडत नाही. तसेच, चंद्रोदय सूर्योदयाबरोबर होतो आणि सूर्यप्रकाशामुळे आपल्याला चंद्र दिसत नाही / आपण चंद्र पाहू शकत नाही.]

e) On the day after full Moon, we expect the Moon to rise around one hour after sunset. \_\_\_\_\_

e) पौर्णिमेनंतर दुसऱ्या दिवशी, सूर्यास्तानंतर सुमारे एक तासाने चंद्र उगवेल, अशी आपली अपेक्षा असते. \_\_\_\_\_

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.]

सत्य [पौर्णिमेच्या दिवशी, चंद्रोदय सूर्यास्ताच्या वेळी होतो, म्हणूनच पौर्णिमेच्या एका दिवसानंतर / दुसऱ्या दिवशी, चंद्रोदय जवळजवळ 50 मिनिटांनंतर होईल.]

f) On the day before new Moon, we expect the Moon to rise around one hour before sunrise.

f) अमावास्येच्या आदल्या दिवशी, सूर्योदयाच्या सुमारे एक तास आधी चंद्र उगवेल, अशी आपली अपेक्षा असते.

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.]

सत्य [अमावास्येच्या दिवशी, सूर्योदयाच्या वेळी चंद्रोदय होतो, म्हणूनच अमावास्येच्या एक दिवस आधी चंद्रोदय सुमारे 50 मिनिटांपूर्वी होईल. चंद्राची ही कला सामान्यपणे अत्यंत क्षीण/ मंद/ फिकट दिसते आणि नुसत्या डोळ्यांनी सहजासहजी दिसणारी देखील नसते. काही ठिकाणांवरून/ठिकाणी जर पूर्वेकडील क्षितिज स्वच्छ असेल तर नुसत्या डोळ्यांना ती कला दिसू शकते.]

g) In a waxing fortnight (shukla paksha/bright fortnight), the Moon is already in the sky at sunset.

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

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.]

सत्य [अमावास्येपासून पौर्णिमेपर्यंतच्या पंधरवड्याच्या कालावधीला शुक्ल पक्ष म्हणतात. अमावास्येला, चंद्र सूर्याबरोबरच मावळतो आणि त्यानंतर चंद्र दररोज 50 मिनिटांनंतर मावळतो. म्हणूनच शुक्ल पक्षाच्या कालावधीत चंद्र हा सूर्यास्तापूर्वीच काही वेळ आकाशात दिसू लागतो.]

h) In a waning fortnight (krishna paksha/dark fortnight), the Moon is already in the sky at sunrise.

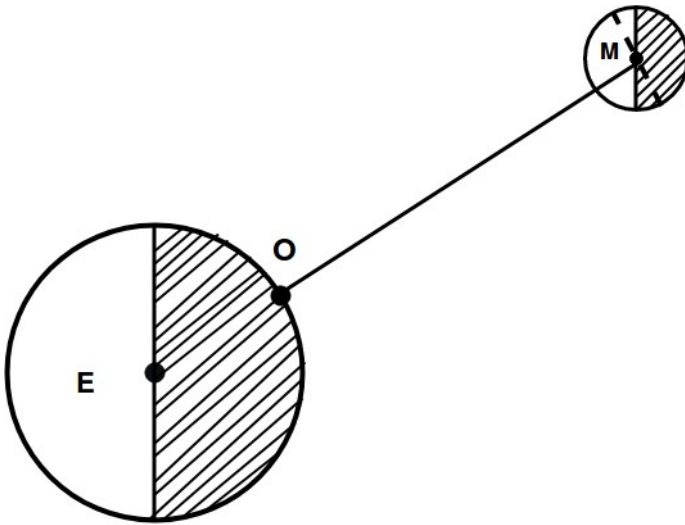
h) चंद्र क्षयाच्या पंधरवड्यात (कृष्ण पक्ष/ गडद पंधरवडा), सूर्योदयाआधीच चंद्र आकाशात असतो.

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.]

सत्य [पौर्णिमेपासून अमावास्येपर्यंतच्या पंधरवड्याला कृष्ण पक्ष म्हणतात. पौर्णिमेला, सूर्य उगवताना चंद्र मावळतो आणि त्यानंतर, चंद्र दररोज 50 मिनिटांनंतर मावळतो. म्हणूनच कृष्ण पक्षाच्या कालावधीत/पंधरवड्यात चंद्र सूर्योदयाच्या वेळी आकाशात असेल.]

3) 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.

३) कल्पना करा की आपण अंतराळवीर आहोत आणि अवकाशात आपल्या सूर्यमालेच्या प्रतलाच्या वर गेलो आहोत आणि 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 करता/दिसून येतील. अप्रकाशित भाग तुमच्याकडील पेन्सिलने गडद करा. पुढे/आता, पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या केंद्रांना जोडणाऱ्या रेषेवर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असा एक बारीक/लहान निरीक्षक 'ओ' गृहीत धरा. या निरीक्षकाला चंद्राचा कोणता भाग दृश्यमान असेल हे दाखविण्यासाठी चंद्राचा योग्य व्यास काढा.



4) Based on your diagram, answer the following:

4) तुमच्या आकृतीच्या आधारे पुढील उत्तरे द्या:

a) Is the observer in the bright part or the dark part?

a) निरीक्षक प्रखर/प्रकाशमान भागात की गडद भागात आहे?

The observer is in dark part.

निरीक्षक गडद भागात आहे.

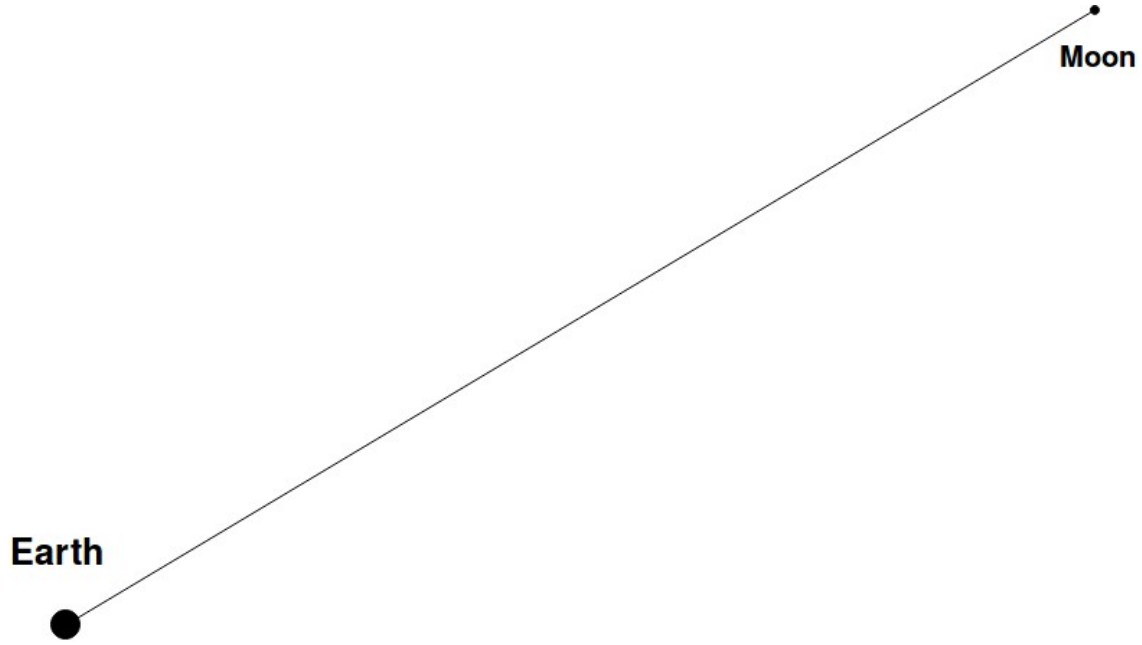
b) As seen by this observer, how much of the Moon's disc is bright (less than half/more than half)?

b) निरीक्षकाने पाहिल्याप्रमाणे, चंद्राचा किती भाग प्रकाशमान आहे (अर्ध्यापेक्षा कमी / अर्ध्यापेक्षा जास्त)?

More than half. अर्ध्यापेक्षा जास्त.

c) 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. 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?

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. पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यातील अंतर आणि त्यांचे सापेक्ष आकार यांच्या आकृती काढा. आकृती पाहून असा निष्कर्ष काढता येईल की, पृथ्वीवर कोणत्याही ठिकाणी निरीक्षक असल्यास त्याला चंद्राच्या कला समान / सारख्याच दिसतील. याच्याशी तुम्ही सहमत आहात का?



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.

होय. पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या अंतराच्या तुलनेत दोघांचेही आकारमान अत्यंत लहान असल्याने, पृथ्वीवरील कोणत्याही स्थानावरून/ठिकाणावरून निरीक्षकाला चंद्राच्या कला साधारणपणे सारख्याच/ समान दिसतील.

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

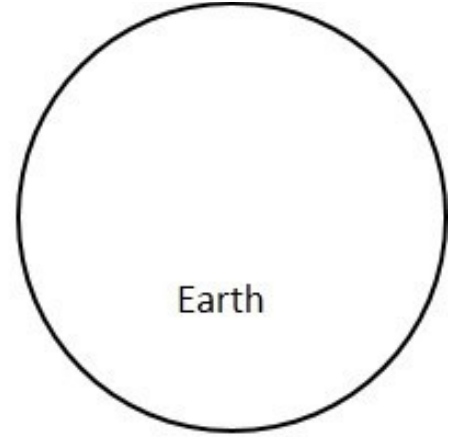
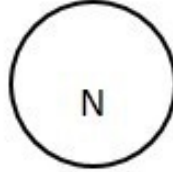
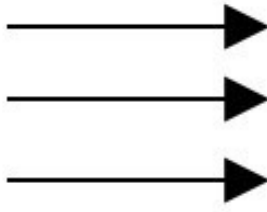
ड) पौर्णिमेच्या दिवशी चंद्र कोठे असेल? तुमच्या आकृतीत, त्याच्या स्थानाभोवती वर्तुळ काढा आणि त्याला **F** हे नाव द्या.

e) Where will the Moon be on the new Moon day? In your diagram, mark the position with a circle, and label it as N.

ए) अमावास्येच्या दिवशी चंद्र कोठे असेल? तुमच्या आकृतीत, त्याच्या स्थानाभोवती वर्तुळ काढा आणि त्याला **N** हे नाव द्या.

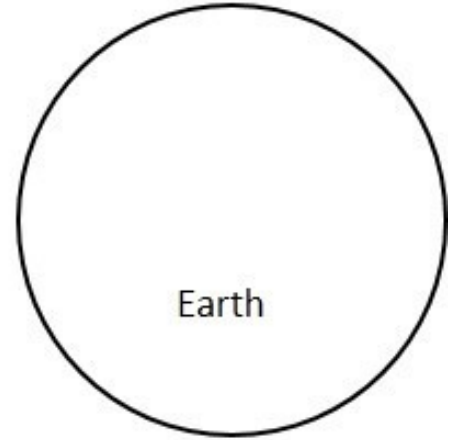
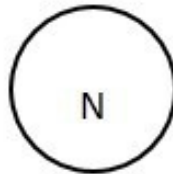
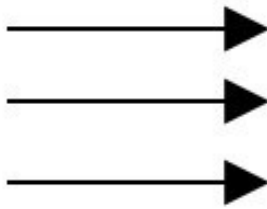


Rays from the sun



**As seen from one orientation (say vertical)**

Rays from the sun



**As seen from another orientation (horizontal)**

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

f) अमावास्येच्या दिवशी पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडेल का?

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.

नाही, अमावास्येच्या दिवशी चंद्र आणि सूर्य पृथ्वीच्या एकाच बाजूला असतात, म्हणून पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडत नाही. या स्थितीच्या बाबतीत असा एक गैरसमज सामान्यपणे 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.

g) 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?

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?

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.

आपण असे गृहीत धरले आहे की सूर्य आकृतीच्या डाव्या बाजूला आहे आणि या कोनातून, पृथ्वी घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट दिशेने फिरत असल्याचे दिसते. अशा प्रकारे, दुसरा निरीक्षक गडद भागाकडून प्रकाशित भागामध्ये जात आहे. म्हणून दुसऱ्या निरीक्षकाला सूर्योदय दिसेल.

h) As seen by astronauts, direction of the Moon's revolution is also anti-clockwise. So is this a waxing fortnight or a waning fortnight?

h) अंतराळवीरांनी पाहिल्याप्रमाणे, चंद्राच्या परिभ्रमणाची दिशादेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या विरुद्ध आहे. तर हा शुक्ल पक्ष आहे की 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.

चंद्राच्या परिभ्रमणाची दिशादेखील घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट आहे, म्हणून चंद्र आकाशात सूर्याप्रमाणे पृथ्वीच्या दिशेने सरकत आहे. म्हणून, हा कृष्ण पक्ष आहे.

i) Can you guess this?

i) तुम्ही याबाबत अंदाज कराल का?

(i) 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?

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

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

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

## 11. Suggested Reading / Resources

### 11. अधिक वाचनासाठी/ संदर्भ

1. 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.

2. 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>

3. A shorter YouTube video in English (~ 4 minutes) demonstrating phases of the Moon:

<https://www.youtube.com/watch?v=wz01pTvuMa0&feature=youtu.be>

4. Timetable of phases of the Moon for the current year:

<https://www.timeanddate.com/moon/phases/>

5. Brief introduction to the different terms for phases of the Moon:

<https://astrosociety.org/edu/publications/tnl/12/12.html>

6. 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>

### **Credits**

**Main Author:** Aniket Sule

**Contributing Authors:** Pritesh Randive, Pranay Parte, Karishma Dhanmeher

**Reviewers:** Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal

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

**MarathiTranslator:** Mayuri Tawade

**Marathi Editorial Team:** Deepa Chari, Aaloka Kanhere, Vijay D. Lale

**Creative Commons Licence:** CC BY-SA 4.0 International, HBCSE