

LU 8.2 Pinhole camera

सूचिछिद्र कॅमेरा

Overview

ओळख

School textbooks usually have a nice introduction about the pinhole effect and pinhole camera. In this Learning Unit, students will first make a pinhole camera using some easily available stationery material. They will explore how the pinhole camera can be used as a measurement device, and also understand why one can observe an image in it without using any additional devices like lenses.

Start the class with some discussions on students' prior experience with pinhole camera. You could ask them questions, like the following to start the discussion:

शालेय पाठ्यपुस्तकांमध्ये सूचिछिद्र परिणाम आणि सूचिछिद्र कॅमेरा यांबद्दल चांगली माहिती दिलेली असते. या अध्ययन घटकामध्ये, विद्यार्थिनी / विद्यार्थी सुरुवातीला काही सहज उपलब्ध असलेले साहित्य वापरून सूचिछिद्र कॅमेरा बनवतील. सूचिछिद्र कॅमेरा मापनाचे साधन म्हणून कसा वापरला जाऊ शकतो, याचा ते शोध घेतील आणि भिंगासारखे कोणतेही अतिरिक्त साधन न वापरताही कॅमेऱ्यात प्रतिमा का दिसते, हेदेखील समजून घेतील.

सुरुवातीला विद्यार्थ्यांना सूचिछिद्र कॅमेऱ्याविषयी पूर्वीचे काही अनुभव आहेत का, हे जाणून घेण्यासाठी चर्चा करा. चर्चा सुरू करण्यासाठी तुम्ही पुढीलप्रमाणे प्रश्न विचारू शकता.

- Have you ever made or seen a pinhole camera or read about it in textbooks?
- Have you seen an image of a tree or a building in a pinhole camera? Can you describe the image?
- Other than pinhole camera, what instruments you have used to capture image of objects in your science laboratory and outside? What are the components of those instruments?
- Do you think that this camera can be used as an instrument to measure size of these observed objects (trees or buildings)?
- Can you use pinhole camera to measure size of any large objects?
- तुम्ही कधी सूचिछिद्र कॅमेरा बनवला किंवा पाहिला आहे का किंवा त्याबद्दल पुस्तकांमध्ये वाचले आहे का?
- सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात तुम्ही झाडाची किंवा इमारतीची प्रतिमा पाहिली आहे का? त्या प्रतिमेचे वर्णन करू शकता का?
- सूचिछिद्र कॅमेऱ्याशिवाय, तुम्ही विज्ञानाच्या प्रयोगशाळेत आणि बाहेर, वस्तूंची प्रतिमा मिळविण्यासाठी कोणती उपकरणे वापरली आहेत? त्या उपकरणांचे घटक कोणते आहेत?
- तुम्हाला असे वाटते का हा कॅमेरा तुम्ही पाहिलेल्या वस्तूंचा (झाडे किंवा इमारती) आकार मोजण्यासाठी साधन म्हणून वापरता येईल?
- कोणत्याही मोठ्या वस्तूंचा आकार मोजण्यासाठी तुम्ही सूचिछिद्र कॅमेरा वापरू शकता का?

Motivation for the Learning Unit:

अध्ययन घटकाची प्रेरणा:

The pinhole camera is an optical instrument that is simple to make and demonstrates some very important properties of light and concepts about image formation. In this Learning Unit, students will construct a pinhole camera that measures distances or size of objects in addition to capturing an image, without using any additional devices like lenses.

सूचिछिद्र कॅमेरा हे एक प्रकाशीय साधन आहे. ते बनवायला सोपे असून त्याद्वारे प्रकाशाचे काही अतिशय महत्त्वाचे गुणधर्म तपासता येतात, तसेच प्रतिमानिर्मितीच्या संकल्पना स्पष्ट करता येतात. या अध्ययन घटकामध्ये, विद्यार्थिनी/विद्यार्थी

भिंगासारख्या अतिरिक्त वस्तूचा वापर न करता एक सूचिछिद्र कॅमेरा तयार करतील, ज्याद्वारे प्रतिमा मिळवता येईल आणि दूरवर असलेल्या वस्तूंचे कॅमेऱ्यापासूनचे अंतर किंवा वस्तूचा आकार मोजता येईल.

This unit consists of three tasks: 1) Making a cylindrical-shaped pinhole camera and carefully observing a clear image of a bright, large object. Here, the students are expected to discover that the image is vertically and laterally inverted; 2) Constructing a theoretical explanation for the inverted image based on evidences gathered in task 1, and 3) Using the pinhole camera to measure the size of a building or any large object.

या घटकामध्ये तीन कृती आहेत: 1) दंडगोलाकार सूचिछिद्र कॅमेरा बनविणे आणि त्याद्वारे प्रकाशित, मोठ्या वस्तूची स्पष्ट प्रतिमा मिळवून काळजीपूर्वक निरीक्षण करणे. येथे प्रतिमा दोन प्रकारे उलटी दिसते, उभी-उलटी म्हणजे पाण्यातील प्रातिमेसारखी आणि आडवी-उलटी म्हणजे आरशातील प्रातिमेसारखी, हे विद्यार्थ्यांनी शोधणे अपेक्षित आहे; 2) कृती 1 मध्ये मिळालेल्या पुराव्यांवरून प्रतिमा उलटी का मिळते, याबाबत स्पष्टीकरण देणे आणि 3) इमारतीचा किंवा कोणत्याही मोठ्या वस्तूचा आकार (उंची, लांबी, रुंदी इ.) मोजण्यासाठी सूचिछिद्र कॅमेरा वापरणे.

Minimum time required: Four sessions of 40 minutes each

अपेक्षित किमान कालावधी : 40 मिनिटांची चार सत्रे

Type of Learning Unit: Classroom and field

अध्ययन घटकाचा प्रकार : वर्गात आणि मैदानावर

Unit-specific objectives

अध्ययन घटकाची उद्दिष्टे

- To design and understand the working and use of a pinhole camera
- To learn about scientific processes like model building, construction of explanation, and checking their validity
- To understand the optics of image formation in a pinhole camera, and (possibly arrive at) its implications on our theoretical understanding of the nature of light
- To learn a technique of measuring the size of a distant object
- सूचिछिद्र कॅमेरा बनवणे व त्याचे कार्य आणि वापर समजून घेणे
- वैज्ञानिक प्रक्रिया जसे प्रतिकृती बनवणे, स्पष्टीकरण तयार करणे आणि त्याची वैधता तपासणे, याबद्दल शिकणे
- सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात प्रतिमा कशी तयार होते, आणि त्याद्वारे प्रकाशाच्या स्वरूपाबाबतच्या आपल्या सैद्धांतिक समजुतीवर काय परिणाम होऊ शकतो, हे समजून घेणे
- दूरच्या वस्तूचा आकार मोजण्याचे तंत्र शिकणे

Links to curriculum

1. NCERT Class 6 Science Chapter 8: Light, Shadows and Reflections (Nov 2022)
2. NCERT Class 8 Science Chapter 13: Light (Nov 2022)

Introduction

ओळख

The pinhole camera is a simple device which allows light to pass only through a very small hole of the size of a pin tip. By putting a screen (flat surface) at a distance from this hole, you can see the image of an object (present in front of the pinhole on other side) on the screen. If the screen is a thin translucent sheet, then the image can be observed on both sides of screen. See *figure 1* below.

सूचिछिद्र कॅमेरा हे एक सरल साधन आहे. यात एका अत्यंत लहान छिद्रातून म्हणजे टाचणीच्या टोकाच्या आकाराएवढ्या छिद्रातून प्रकाश आरपार जाऊ दिला जातो. या छिद्रापासून काही अंतरावर एक सपाट पृष्ठभाग असलेला पडदा ठेवून तुम्ही या पडद्यावर कॅमेऱ्यासमोर ठेवलेल्या वस्तूची प्रतिमा पाहू शकता. जर पडदा पातळ व अर्धपारदर्शक असेल, तर पडद्याच्या दोन्ही बाजूंनी वस्तूची प्रतिमा पाहता येते. आकृती 1 पहा.

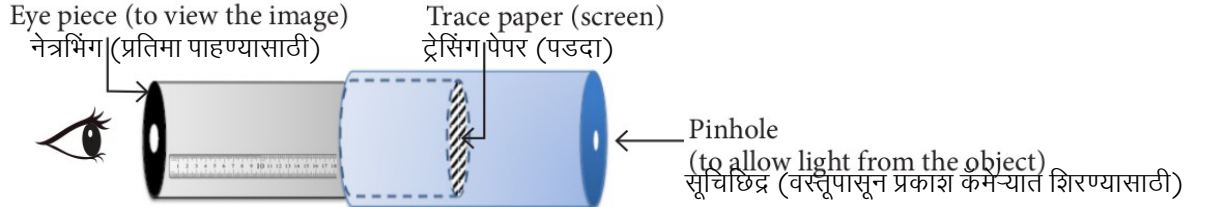


Figure 1: Schematic of pinhole camera that can act as a measuring device

आकृती 1: सूचिछिद्र कॅमेऱ्याची रचना, जो एक मापनाचे साधन म्हणून वापरता येतो

In this unit, you will make a pinhole camera and use it as a measurement device. You will also understand how image is formed by a pinhole.

या अध्ययन घटकात आपण एक सूचिछिद्र कॅमेरा तयार करणार आहोत आणि त्याचा मापनासाठी एक साधन म्हणून वापर करणार आहोत. या कृतीतून सूचिछिद्राद्वारे प्रतिमा कशी बनते, हेदेखील तुम्हाला समजेल.

Task 1: Making a pinhole camera

कृती 1: सूचिछिद्र कॅमेरा बनविणे

Materials required: Black chart paper, tracing paper/translucent polythene sheet, printed ruler on paper or graph paper, measuring tape, scissors, adhesive, cutter, sticky tape, aluminium foil used in kitchen.

कृतीसाठी लागणारे साहित्य : काळ्या रंगाचा कार्ड कागद, ट्रेसिंग (अनुरेखन) पेपर किंवा अर्धपारदर्शक पॉलिथीनचा तुकडा, छापील मोजपट्टी किंवा आलेख कागद, कात्री, मोजपट्टी, गम, चिकट पट्टी, स्वयंपाकघरात वापरली जाणारी अॅल्युमिनिअमची पत्री.

This stage is one of making, and the task is to come up with a working pinhole camera. Instructions for making are given below.

या टप्प्यावर आपण सूचिछिद्र कॅमेरा तयार करणार आहोत. कॅमेरा बनवण्यासाठी पुढे आवश्यक सूचना दिलेल्या आहेत.

- Cut a rectangular piece from the black chart paper and roll into a hollow tube. Secure with sticky tape or with rubber bands so that the tube is firm. The diameter should be approximately 3 cm and length 25 cm.

काळ्या रंगाच्या कार्ड कागदापासून एक आयताकृती तुकडा कापा आणि तो तुकडा गुंडाळून त्यापासून एक पोकळ नळकांडे बनवा. या नळकांड्याला चिकटपट्टी लावा किंवा रबर गुंडाळा म्हणजे नळकांड्याचा आकार टिकून राहील. नळकांड्याचा व्यास साधारणपणे 3 सेंमी. आणि लांबी 25 सेंमी. असेल, याची काळजी घ्या.



Figure 2(a): Rolling chart paper

आकृती 2 (अ): कार्ड कागद गुंडाळताना



Figure 2(b): Chart paper as pipe
आकृती 2 (ब): कार्ड कागदापासून तयार केलेले नळकांडे

You can also vary the diameter and length of the tube. Smaller diameter will increase the clarity of the image (One can also use the cardboard tubes on which aluminium foil or kitchen paper tissue are rolled).

तुम्ही नळकांड्याची लांबी आणि व्यास यांत बदल करू शकता. नळकांड्याचा व्यास लहान असल्यास मिळालेली प्रतिमा अधिक स्पष्ट असेल (कार्ड कागदाऐवजी स्वयंपाकघरात वापरला जाणारा टिशू कागद किंवा ॲल्युमिनिअम पत्री गुंडाळण्यासाठी कागदाचे किंवा पुढ्याचे जे नळकांडे वापरतात, अशी फेकून दिलेली नळकांडी तुम्ही यासाठी वापरू शकता).

- ii. Cover the other end of the tube with a translucent sheet of tracing paper or a similar material. This sheet will work as the screen. Let us call this tube as the image tube (IT). Put the markings on the screen as shown in *figure 3* at every 5 mm. The markings will help in measuring the size of the image formed on the screen in task 3.

नळकांड्याच्या दुसऱ्या टोकावर अर्धपारदर्शक कागद किंवा त्यासारखे दुसरे साहित्य बसवून ते टोक झाकून टाका. हा कागद पडद्यासारखे कार्य करेल. या नळकांड्याला प्रतिमा नळकांडे (Image Tube - IT) म्हणूया. या पडद्यावर आकृती 3 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे प्रत्येक 5 मिमी. अंतरावर खुणा करा. पडद्यावर तयार झालेल्या प्रतिमेचा आकार मोजण्यासाठी या खुणा उपयोगी पडतील.

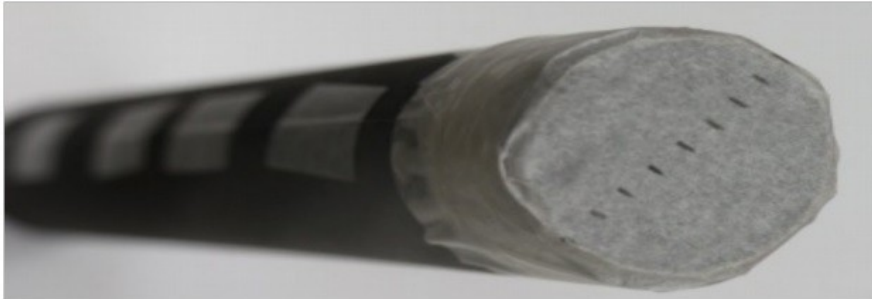


Figure 3: Markings on screen for measuring image size
आकृती 3: प्रतिमेचा आकार मोजण्यासाठी पडद्यावर केलेल्या खुणा

- iii. Fold another rectangular chart paper into a cylindrical tube such that it is smaller in length and slightly larger in diameter than the IT, so that the IT can slide inside smoothly. Cover one end of this tube with a circular black chart paper or aluminium foil and make a hole in the centre using a pin (aluminium foil is slightly easier to work with). We will call this tube the pinhole tube (PT). कार्ड कागदाचा आणखी एक तुकडा घेऊन त्यापासून दुसरे एक नळकांडे बनवा. हे पहा की दुसरे नळकांडे पहिल्या नळकांड्यापेक्षा लांबीने कमी, तर व्यासाने किंचित अधिक असेल जेणेकरून पहिले नळकांडे दुसऱ्या नळकांड्यामध्ये सहज सरकावता येईल. आता, दुसऱ्या नळकांड्याच्या एका टोकाला काळा कार्ड कागद किंवा ॲल्युमिनिअमची पत्री लावून ते बंद करा (यासाठी ॲल्युमिनिअमची पत्री अधिक सोईची पडते) आणि त्याच्या मध्यभागी टाचणीने एक छिद्र पाडा. या नळकांड्याला आपण सूचिछिद्र नळकांडे (Pinhole Tube - PT) म्हणूया.

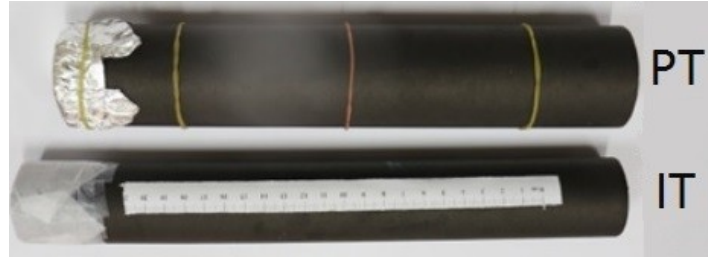


Figure 4: Image Tube (IT) and Picture Tube (PT)
आकृती 4: सूचिछिद्र नळकांडे (PT) आणि प्रतिमा नळकांडे (IT)

- iv. Insert IT inside PT (as shown in figure 5) till the screen just touches the pinhole (refer figure 1). Mark a point 'O' on the IT where PT ends. Now take the IT out and stick a strip of white paper on it along its length (which is already done in figures 4 and 5). Taking point 'O' as zero, mark 5 mm intervals on the paper so that it can be used as a scale [You may also use a printed scale, if available]. (Also refer figure 9). This scale will be used to measure l , i.e., the distance between the screen and pinhole.

आता, प्रतिमा नळकांडे (IT) सूचिछिद्र नळकांड्यात (PT) अशा रीतीने सरकवा (आकृती 5 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे) की प्रतिमा नळकांड्याचा पडदा जेमतेम सूचिछिद्राला चिकटेल (आकृती 1 पहा). जेथे सूचिछिद्र नळकांड्याची लांबी संपते, तेथे प्रतिमा नळकांड्यावर 'O' अशी खूण करा. आता, प्रतिमा नळकांडे बाहेर काढा आणि त्याच्या लांब भागावर पांढऱ्या रंगाची एक पट्टी चिकटवा (आकृती 4 आणि 5 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे). 'O' ही खूण शून्य मानून कागदाच्या पट्टीवर 5 मिमी. अंतरावर खुणा करा, म्हणजे आपल्याला तिचा मोजपट्टी म्हणून वापर करता येईल [उपलब्ध असल्यास, तुम्ही छापील कागदी मोजपट्टीचा सुद्धा वापर करू शकता] (आकृती 9 पहा). या मोजपट्टीचा वापर करून आपल्याला 'l' म्हणजे पडदा आणि सूचिछिद्र यांच्यातील अंतर मोजता येईल.

Now the pinhole camera is ready to use!

सूचिछिद्र कॅमेरा आता वापरासाठी तयार झालेला आहे!

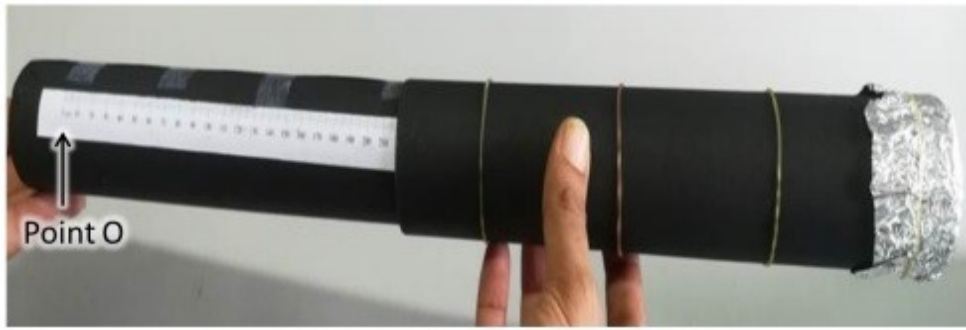


Figure 5: Assembling the camera
आकृती 5: कॅमेऱ्याची जोडणी

- v. To view an image, point the pinhole towards the object (the object should be brightly lit) and adjust the distance between the screen and the pinhole to view a clear image of the object on the screen. A picture of Homi Bhabha Centre for Science Education building, Figure 6(a), when viewed through the pinhole is shown in Figure 6(b).

प्रतिमा पाहण्यासाठी, कॅमेऱ्याच्या सूचिछिद्राचे टोक वस्तूकडे करा (वस्तूवर प्रखर प्रकाश असेल, हे पहा) आणि पडदा व सूचिछिद्र यांच्यातील अंतर पुढे-मागे करून पडद्यावर वस्तूची सुस्पष्ट प्रतिमा मिळवा. आकृती 6(अ) मध्ये होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्राच्या इमारतीचे चित्र असून आकृती 6(ब) मध्ये इमारतीची सूचिछिद्रातून घेतलेली प्रतिमा दिसत आहे.



Figure 6(a): Object
आकृती 6(अ): वस्तू



Figure 6(b): Image in pinhole camera
आकृती 6(ब): सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात वस्तूची उमटलेली प्रतिमा

Q 1. What has changed from the object to the image? Can you describe the changes and think of reasons?

प्रश्न 1. वस्तूची प्रतिमा बनताना प्रतिमेत कोणते बदल दिसत आहेत? या बदलांचे वर्णन आणि त्यामागील कारणे तुम्ही सांगू शकाल का?

Q 2. What happens to the image?

प्रश्न 2. पुढील कृतींमुळे प्रतिमेत काय बदल होतील, ते सांगा?

- (i) if without changing the pinhole camera setting, if you move the pinhole further away from the object? Compare your image in terms of what view is covered now and before, size of image etc.

सूचिछिद्र व पडदा यांच्यातील अंतर तसेच ठेवून तुम्ही वस्तूपासून आणखी दूर गेलात तर काय होईल? आधी आणि नंतर पाहिलेली प्रतिमा, प्रतिमेचा आकार इत्यादी बाबतीत तुम्हाला प्रतिमेत काय दिसले, याची तुलना करा.

This would be an exploratory activity for students. As they move away from the object, keeping the screen to pinhole distance same, the image size should decrease, and the **field of view** increases. You may prompt students to notice the image in terms of field of view, and image size if they don't discuss these changes.

विद्यार्थ्यांसाठी हा एक शोधक उपक्रम असेल. पडदा ते सूचिछिद्र अंतर समान ठेवून, विद्यार्थी वस्तूपासून दूर जात असताना, प्रतिमेचा आकार कमी होतो आणि दृश्य क्षेत्र वाढते. विद्यार्थ्यांनी या बदलांची चर्चा न केल्यास, तुम्ही दृश्य क्षेत्राच्या तुलनेत प्रतिमेचा आकार कसा बदलतो हे लक्षात आणून देण्याचा प्रयत्न करू शकता

(ii) if you increase the distance between the pinhole and the screen?

जर तुम्ही सूचिछिद्र आणि पडदा यांच्यातील अंतर वाढवले तर काय होईल?

This distance can be increased by moving IT. As this distance increases, the image size increases. This observation by students would be helpful to them later in understanding task 3.

प्रतिमा नळकांडे (IT) हालवून हे अंतर वाढवता येते. जसजसे हे अंतर वाढते, तसतसे प्रतिमा मोठी होत जाते. विद्यार्थ्यांनी केलेले हे निरीक्षण नंतर त्यांना कृती 3 समजून घेण्यासाठी उपयुक्त होईल.

(iii) if the illumination (brightness) of the object changes, or you look towards another object with lower illumination?

जर वस्तूचा प्रखरपणा बदलला किंवा जर तुम्ही कमी प्रखरपणा आहे अशा दुसऱ्या वस्तूकडे पाहिले, तर काय होईल?

This observation is very important for students to understand that illumination of the object is one of the crucial factors to be able to see an image. For a poorly illuminated object, they may not be able to see the image.

हे निरीक्षण 'प्रतिमा दिसण्यासाठी वस्तू प्रकाशात असणे जरूरी आहे' हे विद्यार्थ्यांना समजणे महत्त्वाचे आहे. वस्तूवर कमी प्रकाश पडलेला असेल, तर वस्तूची प्रतिमा कदाचित त्यांना पाहता येणार नाही.

Q 3. Now explore what happens if pinhole size is smaller and larger respectively. First, make some guesses of how variation in the pinhole size will affect the image [You may compare the same object with pinhole cameras of different group/s (which may vary in pinhole size).

प्रश्न 3. जर कॅमेऱ्याचे छिद्र अजून लहान असेल किंवा मोठे असेल तर काय होईल, ते शोधा. पहिल्यांदा, सूचिछिद्राच्या आकारात बदल केल्यास प्रतिमेत कसे बदल होतील, याचा अंदाज करा [एकच वस्तू वापरून विद्यार्थ्यांच्या वेगवेगळ्या गटांच्या सूचिछिद्र कॅमेऱ्यांमध्ये दिसणाऱ्या प्रतिमांची तुम्ही तुलना करा (कारण वेगवेगळ्या कॅमेऱ्यांची सूचिछिद्रे वेगवेगळ्या आकाराची असतील)].

Task 2: Constructing a model to explain the image formation in task 1

कृती 2: कृती 1 मध्ये प्रतिमा निर्मिती कशी झाली, हे स्पष्ट करणाऱ्या प्रतिरूपाची संरचना करणे

Here our aim is to construct a geometrical model that would explain the image formation observed in task 1.

येथे आपला उद्देश कृती 1 मध्ये प्रतिमेची निर्मिती कशी होते, हे स्पष्ट करणारी भौमितिक आकृती काढणे, हा आहे.

A possible starting discussion: If time permits, teacher can start the discussion about image formation with the following two questions. These questions can help bring out some deeper alternate conceptions among students regarding nature of light and help them better understand the optics of pinhole camera.

संभाव्य चर्चा: वेळ मिळाल्यास शिक्षक पुढे दिलेले दोन प्रश्न विचारून प्रतिमा निर्मितीबद्दल चर्चेला सुरुवात करू शकतात. या प्रश्नांमुळे विद्यार्थ्यांमध्ये प्रकाशाच्या स्वरूपाबाबत ज्या काही पर्यायी संकल्पना रुजलेल्या आहेत, त्या उघड व्हायला मदत

होऊ शकते. तसेच सूचिछिद्र कॅमेऱ्याचे प्रकाशिकीचे तत्त्व चांगल्या प्रकारे समजून घ्यायला मदत होऊ शकते.

QT1. What do you think happens when we see an object with our eyes? Can you explain?

i) Light goes from our eyes and hits the object?

OR

ii) Light from the object reaches our eyes?

QT2. Which of the above possibilities is consistent with what you observe in the pinhole camera?

प्रश्न 1. जेव्हा आपल्या डोळ्यांनी आपण एखादी वस्तू पाहतो तेव्हा काय होते, असे तुम्हाला वाटते? असे का?

अ) आपल्या डोळ्यांमधून प्रकाश निघून तो वस्तूवर जाऊन पडतो?

किंवा

ब) वस्तूपासून निघालेला प्रकाश आपल्या डोळ्यांपर्यंत पोहोचतो?

प्रश्न 2. तुम्हाला सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात जे दिसत आहे त्याच्याशी वरीलपैकी कोणती शक्यता सुसंगत आहे?

Historically, over the centuries, many philosophers and scientists tried to interpret light by looking for the answer to the above question. Option A was known as extramission theory of light and was considered by many scientists. Recent education research in many countries shows that a large number of students still have this conception in their mind. Such an explanation coincides with the colloquial perception that we see because we have light in our eyes and this idea is intuitively appealing.

ऐतिहासिकदृष्ट्या, शतकानुशतके, अनेक तत्त्वज्ञांनी आणि शास्त्रज्ञांनी वरील प्रश्नाच्या उत्तरासाठी प्रकाशाचा अर्थ लावण्याचा प्रयत्न केला. पर्याय अ हा 'प्रकाशाचा उत्सर्जन सिद्धांत' (Emission / Extramission theory) म्हणून ओळखला जात असे आणि अनेक शास्त्रज्ञांनी असाच विचार केला. अलीकडच्या काळात बऱ्याच देशांमध्ये झालेल्या शैक्षणिक संशोधनातून असे दिसले आहे की मोठ्या संख्येने विद्यार्थ्यांच्या मनात अजूनही हीच कल्पना आहे. आपल्या डोळ्यांमध्ये प्रकाश असतो अशी एक सर्वसामान्य समजूत आहे आणि या समजुतीतूनच ही कल्पना निर्माण झालेली आहे.

Option B is known as intromission theory of light and became acceptable because of the evidence that without a primary light source, our eyes cannot see.

Note that the same ray optics diagrams can be drawn for both theories, with the difference that the direction of rays would be opposite in two cases. Hence, the fact that ray diagrams can explain image formation cannot be a basis for rejecting one of the theories completely.

पर्याय ब हा प्रकाशाचा 'अंतःक्षेपण सिद्धांत' (intromission theory) म्हणून ओळखला जातो आणि प्रकाशाच्या प्राथमिक स्रोताशिवाय आपल्या डोळ्यांना दिसू शकत नाही, या पुराव्यामुळे तो मान्य केला गेला आहे.

हे लक्षात घ्यायला हवे की दोन्ही सिद्धांतांसाठी सारख्याच किरण आकृत्या काढता येऊ शकतात. मात्र या दोन्ही आकृत्यांमध्ये, किरणांची दिशा विरुद्ध असेल. म्हणून, किरण आकृतीमुळे प्रतिमा निर्मितीचे स्पष्टीकरण देता येईल, ही वस्तुस्थिती वरीलपैकी एक सिद्धांत पूर्णपणे नाकारण्यासाठी आधार ठरू शकत नाही.

The pinhole camera provides significant evidence against extramission theory. When we look inside the pinhole camera tube, the screen is brightly lit but the sides are very dark. If the light were to emanate from our eyes as per extramission theory, then we should see the inside of the tube equally bright as the outside of the tube. Secondly, if we block the pinhole, then no image is observed on the screen. This observation also goes against the extramission theory.

सूचिछिद्र कॅमेरा हा उत्सर्जन सिद्धांत नाकारण्यासाठी उपयोगी ठरतो. जेव्हा आपण सूचिछिद्र कॅमेऱ्याच्या नळकांड्याच्या आत पाहतो तेव्हा पडदा उजळलेला दिसतो, परंतु नळकांड्याच्या आतील बाजू खूप गडद असते. या सिद्धांतानुसार, आपल्या डोळ्यांमधून प्रकाश बाहेर निघत असेल, तर नळीच्या बाहेरच्या भागाएवढाच प्रकाश आतदेखील असायला हवा. दुसरे असे की आपण सूचिछिद्र झाकले तर पडद्यावर कोणतीही प्रतिमा बनणार नाही. हे निरीक्षणदेखील उत्सर्जन सिद्धांताच्या विरोधी आहे.

One of the understandings that evolved over the years is that when light travels in a medium of constant refractive index, it travels in a straight line. Therefore, the path of light is represented using a ray. You must have seen ray diagrams in your science book.

अनेक वर्षांच्या अभ्यासातून माहीत झालेली गोष्ट म्हणजे जेव्हा प्रकाश स्थिर अपवर्तनांक असलेल्या माध्यमातून प्रवास करतो, तेव्हा तो सरळ रेषेत जातो. म्हणून प्रकाशाचा मार्ग दाखविण्यासाठी 'किरण' वापरतात. विज्ञानाच्या पाठ्यपुस्तकात किरण आकृती तुम्ही पाहिली असेल.

Although discussed in higher classes, it is important to remember in background (in case a discussion arises) that light travels in a straight line only when the medium is uniform throughout. The bending of light path can be observed in two conditions. The first case is when the medium has variations in refractive index (shift in medium density when light moves from cool to hotter air, e.g., observation of mirages on hot days). The second is when light encounters an obstacle or a thin slit (causing diffraction, e.g. seen as diffracted sunlight appearing behind trees).

जरी वरच्या इयत्तेत याबाबत माहिती दिलेली असली तरी, चर्चा करताना हे लक्षात ठेवणे महत्वाचे आहे की जेव्हा माध्यम सर्वत्र एकसमान असते, तेव्हाच प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो. प्रकाशाचे वक्रीभवन दोन स्थितींमध्येच पाहायला मिळू शकते. पहिली स्थिती, जेव्हा माध्यमाच्या अपवर्तनांकात फरक होतो म्हणजे माध्यमाची घनता बदलते. प्रकाश थंड हवेतून गरम हवेकडे जातो, म्हणूनच उन्हात आपल्याला मृगजळ दिसते. दुसरी स्थिती म्हणजे जेव्हा प्रकाश एखाद्या अडथळ्यामधून किंवा बारीक चिरेमधून जातो तेव्हा प्रकाशाचे विवर्तन होते. उदा. झाडांच्या मागे दिसणारे सूर्यप्रकाशाचे विवर्तन.

Q 1. Let us try to draw a ray diagram to represent the image formation obtained in task 1. One ray TP starting from an object which goes in a straight line towards the pinhole P will meet the screen at point T', as already drawn in *figure 7* below. Can you draw three rays similar to TPT' originating from different points from the object in the figure?

प्रश्न 1. कृती 1 मध्ये मिळालेली प्रतिमा निर्मिती कशी झाली, हे दाखवणारी किरण आकृती काढण्याचा प्रयत्न करूया. आकृती 7 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे, किरण TP हा वस्तूच्या वरच्या टोकाकडून निघतो आणि तो सरळ रेषेत P या सूचिच्छिद्रातून पडद्यावरील T' या बिंदूपाशी मिळतो. या आकृतीमधील किरण TPT' प्रमाणे, वस्तूच्या तीन वेगवेगळ्या बिंदूपासून निघालेले किरण तुम्ही काढू शकाल का?

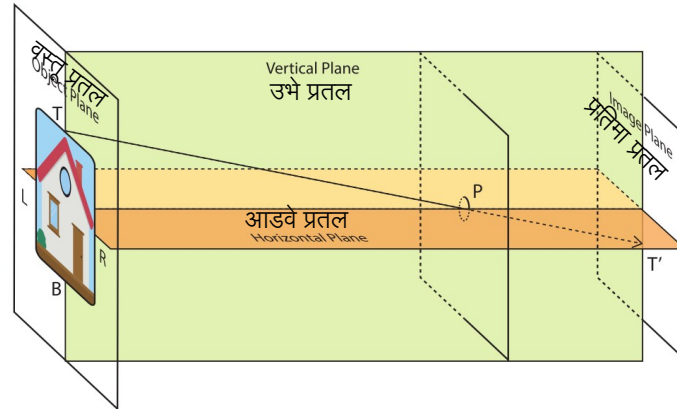


Figure 7: Draw rays originating from the object and falling on screen

आकृती 7: वस्तूपासून निघालेले आणि पडद्यावर पडलेले किरण काढा

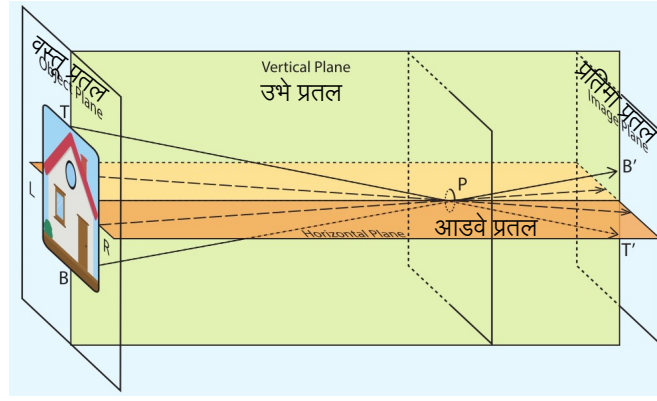


Figure T1: By drawing the rays in figure 7, students may be able to predict that the image will be vertically and laterally inverted.

आकृती T1: आकृती 7 मध्ये किरण रेखाटून, विद्यार्थी हा अंदाज लावू शकतात की प्रतिमा उभी-उलटी आणि आडवी-उलटी असेल.

Q 2a. Refer to figure 8. Consider the ray ZPZ'. The ray starts from a green coloured point Z in the Object. There is a brown coloured point at Q. What do you think will be seen at Z' in the image plane? A green dot or a brown dot? Similarly, suppose there is another ray QPQ'. What will you see at Q' in the image plane?

प्रश्न 2 अ. आकृती 8 पहा. या आकृतीतील ZPZ' हा किरण पहा. हा किरण वस्तूच्या हिरव्या रंगाच्या Z बिंदूपासून निघालेला आहे. या आकृतीत करड्या रंगापाशी Q हा बिंदू आहे. प्रतिमा प्रतलावर Z' बिंदूपाशी तुम्हाला पुढीलपैकी काय दिसेल? एक हिरवा बिंदू की एक करडा बिंदू. त्याचप्रमाणे QPQ' हा किरण विचारात घ्या. आता प्रतिमा प्रतलावर Q' बिंदूपाशी काय दिसेल?

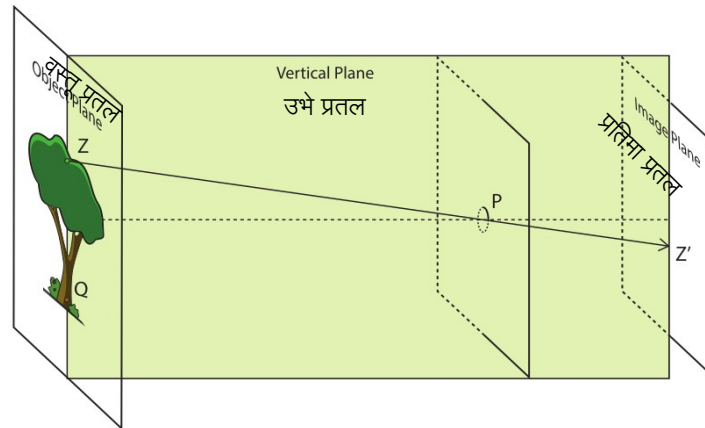


Figure 8: By drawing rays originating from the object, predict where green and brown points would be observed on the screen (image plane)

आकृती 8: वस्तूपासून निघालेले किरण काढा आणि पडद्यावर (प्रतिमा प्रतल) हिरवा बिंदू (आकृतीतील Z बिंदू) आणि करडा बिंदू (आकृतीतील Q बिंदू) कोठे दिसतील, याचा अंदाज करा

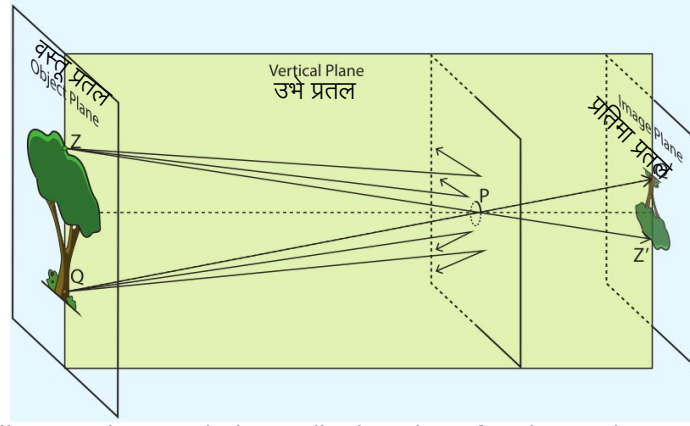


Figure T2: Ray diagram that can help predict location of various colour points on the screen.

आकृती T2: किरण आकृती जी प्रतिमाप्रतलावरील विविध रंग बिंदूंच्या स्थानाचा अंदाज लावण्यास मदत करू शकते.

Q 2b. Do you think there is a relation between the points on the object and the image plane? Discuss.

प्रश्न 2 ब. वस्तू आणि त्याची पडद्यावरील प्रतिमा यांच्या बिंदूंमध्ये काही संबंध आहे का? चर्चा करा.

There is a one to one correspondence between the points in object plane and image plane. For example, Z in object plane corresponds to Z' in image plane. Similarly, Q in object plane corresponds to Q' in image plane. Note that this idea may not be easy for students to understand, they may need some time to reflect on their observations and discuss with each other.

वस्तूचे प्रतल आणि प्रतिमेचे प्रतल यांच्या बिंदूंमध्ये एकास-एक संगती असते. उदाहरणार्थ, वस्तू प्रतलातील Z हा बिंदू प्रतिमा प्रतलातील Z' बिंदूशी संबंधित आहे. त्याचप्रमाणे, वस्तू प्रतलातील Q हा बिंदू प्रतिमा प्रतलातील Q' बिंदूशी संबंधित आहे. लक्षात घ्या की ही कल्पना विद्यार्थ्यांना समजायला तेवढी सोपी नसेल. त्यांच्या निरीक्षणांवर विचार करायला आणि एकमेकांशी चर्चा करायला त्यांना थोडा वेळ लागेल.

Q 2c. Referring to figure 8, can you explain the orientation of the image observed?

प्रश्न 2 क. आकृती 8 पहा. तुम्ही पाहिलेल्या प्रतिमेची दिशा कशी निश्चित झाली असेल, हे स्पष्ट करा?

Q 2d. What should be the light path if the image was to be of same orientation as the object?

Check if this is observed in any of the pinhole cameras made by you or your friends.

प्रश्न 2 ड. वस्तूचे दिशानिर्देशन जसे आहे, तेच दिशानिर्देशन प्रतिमेचे हवे असल्यास प्रकाशाचा मार्ग कसा असावा लागेल?

तुम्ही किंवा तुमच्या मित्रांनी बनवलेल्या कोणत्याही एका सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात असे आढळले आहे का, ते तपासा.

Probe students about the orientation of image. The light must bend/travel in curved path for the image to be of same orientation as the object. This is never observed. Thus, pinhole camera is one optical device which can provide simple "evidence" for "light traveling in straight path".

प्रतिमेची दिशा (दिशानिर्देशन) कशी आहे, याबद्दल विद्यार्थ्यांना प्रश्न विचारा. वस्तूप्रमाणेच प्रतिमेचे दिशानिर्देशन असण्यासाठी प्रकाशाचे वक्रीभवन व्हायला हवे किंवा प्रकाश वळून यायला हवा. असे कधीही दिसून येत नाही. अशा प्रकारे, सूचिछिद्र कॅमेरा हे असे एक प्रकाशिकी साधन आहे जे "प्रकाश सरळ रेषेत प्रवास करतो" याचा थेट पुरावा देतो.

Q 3. Now, with the knowledge of light path discussed in the previous question, draw two rays in figure 8 which originate from the same point on the object, fall on the surface surrounding the pinhole (which acts as a blocking surface), and don't enter the hole. Where will these rays go?

प्रश्न 3. वरील प्रश्नात झालेल्या चर्चेमधून प्रकाशाच्या मार्गाबाबत तुम्हाला कल्पना आली असेलच. आता आकृती 8 मध्ये

वस्तूच्या कोणत्याही एकाच बिंदूपासून निघालेले असे दोन किरण काढा, जे सूचिछिद्राच्या आजूबाजूला पृष्ठभागावर (जो पृष्ठभाग प्रकाश अडवण्यासाठी वापरला जातो) पडतील, परंतु छिद्रातून जाणार नाहीत. अशा वेळी हे किरण कुठे जातील?

Q 4. If this blocking surface is removed, then where would these rays go? What would be the effects of these light rays on the image on the screen?

प्रश्न 4. जर सूचिछिद्राच्या आजूबाजूचा प्रकाश अडविणारा पृष्ठभाग काढून टाकला तर हे किरण कुठे जातील? या प्रकाश किरणांचा पडद्यावरील प्रतिमेवर काय परिणाम होईल?

Some rays from the brown part will coincide with rays coming from green points. Hence multiple images will overlap, effectively producing no image at all.

करड्या (झाडाच्या खोडाच्या) भागातील काही किरण हिरव्या (झाडाच्या पानांच्या) बिंदूपासून आलेल्या किरणांशी जुळतील. त्यामुळे एकमेकांवर एक अशा एकमेकांना व्यापून टाकणाऱ्या अनेक प्रतिमा तयार होतील, परंतु कोणतीही ठळक प्रतिमा तयार होणार नाही.

Q 5. What do you think will happen to the image if the size of the pinhole is too big? Is your answer consistent with your observations in task 1?

प्रश्न 5. जर सूचिछिद्र आकाराने खूप मोठे असेल तर प्रतिमेत काय बदल होतील, असे तुम्हाला वाटते? कृती 1 मध्ये तुम्ही केलेल्या निरीक्षणांशी तुमचे उत्तर सुसंगत आहे का?

If the pinhole size is big, a larger number of rays originating from the same point on the object will enter the hole at different angles, forming images at different places on the screen reducing the clarity of image. In other words, we won't get a clear image.

जर सूचिछिद्र मोठे असेल, तर एकाच बिंदूपासून मोठ्या संख्येने उगम पावणारी किरणे वेगवेगळ्या कोनातून सूचिछिद्रामधून आत प्रवेश करतील आणि पडद्यावर वेगवेगळ्या ठिकाणी प्रतिमा तयार करतील, त्यामुळे प्रतिमा कमी स्पष्ट दिसेल. वेगळ्या शब्दांमध्ये, आपल्याला प्रतिमा स्पष्ट मिळणार नाही.

Further questions to discuss: Based on the above model/representation of image formation, answer the following questions:

चर्चेसाठी अजून काही प्रश्न: प्रतिमा निर्मितीच्या वरील प्रतिरूपावर/प्रतिरूपणावर आधारीत पुढच्या प्रश्नांची उत्तरे द्या:

Q 6. To get a clear image, why do you think object should be well-illuminated?

प्रश्न 6. प्रतिमा स्पष्ट मिळण्यासाठी, वस्तूवर खूप प्रकाश पडलेला असावा, असे तुम्हाला का वाटते?

Because with less intensity of light coming from the object, a very faint image would form on the screen which may be difficult to see.

कारण वस्तूपासून आलेल्या कमी तीव्रतेच्या प्रकाशामुळे पडद्यावर एक अतिशय धूसर प्रतिमा तयार होईल. अशी प्रतिमा पाहायला कठीण जाऊ शकते.

Q 7. What do you think will happen to the image, if the size of the pinhole is too small? Is your answer consistent with your observations in task 1?

प्रश्न 7. जर सूचिछिद्र आकाराने खूप लहान असेल तर प्रतिमेत काय-काय बदल होतील, असे तुम्हाला वाटते? कृती 1 मधील तुम्ही केलेल्या निरीक्षणांशी तुमचे उत्तर सुसंगत आहे का?

If the size of the pinhole is too small, very little light will enter, forming a very faint image which may be difficult to see. For a brightly illuminated object (or in bright sunlight), this may not be a limitation, and will result in sharper image. At this point, teacher can also mention about diffraction of light (bending of light) at the edges of pinhole. If the hole is extremely small, the image will be less clear due to significant diffraction effects. Although students need not have to be familiar with diffraction at this stage, it is a good place to spark students' curiosity about other optical phenomena.

सूचिछिद्र खूपच लहान असेल तर, फारच कमी प्रकाश आत येईल. त्यामुळे अतिशय धूसर प्रतिमा तयार होईल, जी पाहणे कठीण होईल. प्रखर प्रकाश पडलेल्या वस्तूसाठी (किंवा प्रखर सूर्यप्रकाशात) यामुळे मर्यादा येणार नाही आणि परिणामी प्रतिमा अधिक स्पष्ट दिसेल. या टप्प्यावर, शिक्षक सूचिछिद्राच्या कडांवर प्रकाशाचे विवर्तन (प्रकाशाचे वाकणे) होते, याचा उल्लेख करू शकतात. जर सूचिछिद्र अत्यंत बारीक असेल तर, लक्षणीय विवर्तनाच्या प्रभावामुळे प्रतिमा कमी स्पष्ट दिसेल. या टप्प्यावर विद्यार्थ्यांना विवर्तन ही संकल्पना माहीत असण्याची गरज नसली तरी, प्रकाशाच्या इतर आविष्कारांबद्दल विद्यार्थ्यांमध्ये उत्सुकता निर्माण करण्यासाठी येथे चर्चा करता येईल.

Here, it might also be useful to reflect that the operational principle of the pinhole camera is different from (and simpler than) lens-based cameras. In this case, unlike lenses, the hole is not focusing any light on the screen. Here, it is the opaque material surrounding the hole (paper/foil) that blocks the light falling at numerous points on the material from transmitting and hence prevents formation of numerous other images (that would have been spatially displaced from the image) on the screen. Hence, you are able to see only one image with clarity. Increasing the size of the pinhole blurs the visible image because actually more images start overlapping around the central image (also the brightness on screen increases with hole size indicating more light is coming). Before 19th century, it was also known as *Camera Obscura*, as it worked by blocking most of the light (producing a dark chamber), while most other optical devices (such as *Camera Lucida*, microscope, or telescope) had lenses to collect maximum light and focus numerous images to overlap each other with minimal lateral displacement.

येथे, सूचिछिद्र कॅमेऱ्याचे कार्य भिंगांच्या कॅमेऱ्यांपेक्षा वेगळे (आणि सोपे) आहे, हे स्पष्ट करणे उपयुक्त ठरेल. भिंगांच्या विपरीत, सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात छिद्रातून आलेला प्रकाश पडद्यावर केंद्रित केला जात नाही. छिद्राभोवती असलेल्या अपारदर्शक पदार्थांमुळे (पेपर/फॉइल) असंख्य बिंदूवर पडलेला प्रकाश प्रसारित होत नाही आणि पडद्यावर इतर असंख्य प्रतिमा तयार होत नाहीत. म्हणून, आपण फक्त एकच स्पष्ट प्रतिमा पाहू शकतो. सूचिछिद्र मोठे केल्यास दिसणारी प्रतिमा अस्पष्ट होते, कारण प्रत्यक्षात अधिकाधिक प्रतिमा मध्यवर्ती प्रतिमेवर पडून एकमेकांना व्यापून टाकतात (तसेच छिद्राच्या वाढलेल्या आकारानुसार पडद्यावरील प्रखरता वाढते, जे अधिक प्रकाश आत शिरल्याचे दाखवते). 19 व्या शतकापूर्वी, याला कॅमेरा ऑब्स्क्युरा (*Camera Obscura*) म्हणत असत, कारण यात अधिकाधिक प्रकाश रोखून (जागा काळोखी करून) प्रतिमा मिळवत असत. इतर प्रकाशकीय उपकरणांमध्ये (जसे कॅमेरा लुसिडा (*Camera Lucida*), सूक्ष्मदर्शी किंवा दुर्बिण) अधिकाधिक प्रकाश गोळा करण्यासाठी भिंगे वापरत आणि प्रतिमांचे कमीतकमी पार्श्विक विस्थापन होईल अशा पद्धतीने असंख्य, एकमेकांना व्यापणाऱ्या प्रतिमा एका ठिकाणी केंद्रित केल्या जात असत.

Task 3: Measuring the height of a very tall object

कृती 3: खूप उंच वस्तूची उंची मोजणे

Pilot (Ideal scenario)

मार्गदर्शक (आदर्श दृश्य)

Figure 9 below shows the diagram for image formation in a pinhole camera.

आकृती ९ मध्ये सूचिछिद्र कॅमेऱ्यात प्रतिमा निर्मिती कशी होते, हे दाखवले आहे.

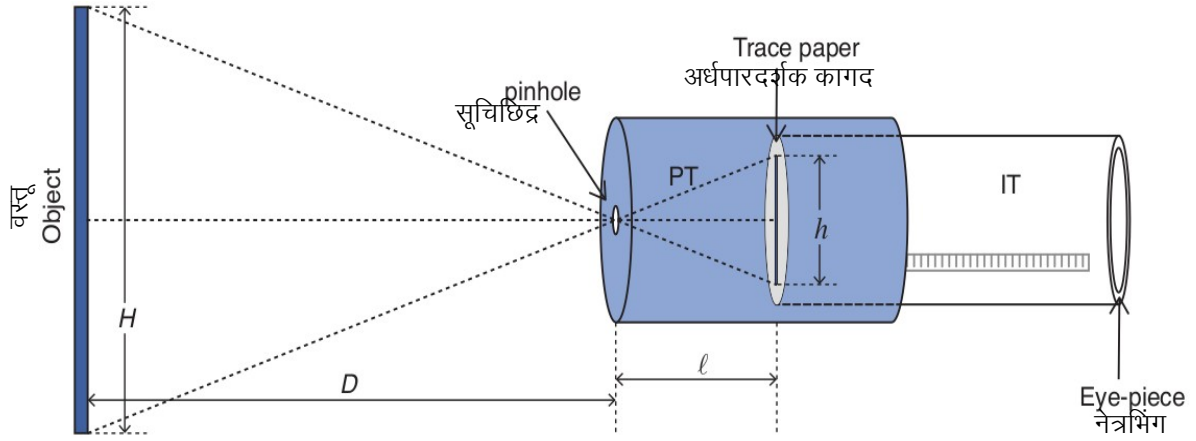


Figure 9: Schematic diagram of pinhole camera

आकृती ९: सूचिछिद्र कॅमेऱ्याची योजना

You have to measure three quantities, distance (D) between pinhole and the object, screen-pinhole distance (l), and size (h) of the image on the screen.

तुम्हाला तीन राशींचे मापन करावयाचे आहे; वस्तू आणि सूचिछिद्र यांच्यातील अंतर (D), पडदा आणि सूचिछिद्र यांच्यातील अंतर (l), आणि पडद्यावरील प्रतिमेची उंची (h).

Once you know D , l , and h you can find the height of the object H based on the following considerations. Consider the two triangles in figure 9 with shared vertex at the pinhole. Since they are similar triangles, $\frac{H}{D} = \frac{h}{l}$. Rearranging we get $H = \frac{hD}{l}$.

एकदा तुम्हाला D , l आणि h हे माहीत झाले, तर पुढील बाबी विचारात घेऊन वस्तूची उंची 'H' काढता येते. आकृती ९ मधील दोन त्रिकोण विचारात घ्या, ज्यांचे शिरोबिंदू सूचिछिद्रापाशी आहेत. हे दोन्ही त्रिकोण एकरूप असल्याने,

$$\frac{H}{D} = \frac{h}{l} \quad \therefore H = \frac{hD}{l}$$

You may use the formula directly at this point without deriving it but you might want to check the properties of similar triangles to learn how the formula is derived.

वरील दिलेले सूत्र सिद्ध न करता आपल्याला थेट वापरता येते. परंतु हे सूत्र कसे मिळाले, हे शिकण्यासाठी तुम्ही एकरूप त्रिकोणांचे गुणधर्म पाहू शकता.

The above scenario is an ideal one which may not be exactly the same in a practical situation. In the above derivation, the horizontal axis through the pinhole is assumed to be located at half the height of object. Also, the screen is assumed to be parallel to the object plane. In many situations, for example when you are looking at a building standing at the ground, the pinhole is located almost close to the base of the object. In such a case, the derivation would be slightly different. Even then, by using properties of similar triangles and approximating the screen to be parallel to the object plane, the above relation can be derived. Since students of Class 8 have not studied properties of similar triangles, this derivation may be skipped, but may be taken up with students of higher grades who are familiar with this concept.

वर एक आदर्शवत स्थिती दाखवली आहे. व्यवहारात आपल्याला अगदी सारखी स्थिती मिळेलच, असे नाही. वरील सिद्धतेमध्ये, सूचिछिद्राद्वारे क्षितिजसमांतर अक्ष वस्तूच्या उंचीच्या मध्यावर स्थित असल्याचे गृहीत धरले जाते. तसेच, पडदा हा वस्तू प्रतलाला समांतर असल्याचे गृहीत धरले आहे. बऱ्याचदा, उदाहरणार्थ जेव्हा तुम्ही जमिनीवर उभ्या असलेल्या इमारतीकडे पाहता असता, तेव्हा सूचिछिद्र जवळजवळ वस्तूच्या पायाजवळ असते. अशा स्थितीत, सिद्धता थोडी वेगळी असू शकते. तरीही, समरूप त्रिकोणांच्या गुणधर्मांचा वापर करून आणि वस्तू प्रतलाला पडदा समांतर असल्याचे गृहीत

मानून, वरील संबंध सिद्ध करता येतो. इयत्ता 8 वीत समरूप त्रिकोणांच्या गुणधर्मांचा अभ्यास झालेला नसल्याने ही सिद्धता वगळता येऊ शकते. परंतु ही संकल्पना ज्या विद्यार्थ्यांना माहीत आहे अशा वरच्या वर्गातील विद्यार्थ्यांबरोबर ही चर्चा होऊ शकते.

Working example

नमुना उदाहरण

Now, we will make use of this equation in a real-life example. Take your pinhole camera, and capture an image of a distant (well-illuminated) object such as a building or a tree. Measure D using a tape, measure l using the scale on the inner tube, and h using the scale marked on the screen.

आता, आपण या समीकरणाचा वापर दैनंदिन जीवनात कसा होईल ते पाहू. तुम्ही बनवलेला सूचिछिद्र कॅमेरा घ्या आणि ज्या वस्तूवर खूप प्रकाश आहे, जसे एखादी इमारत किंवा झाड, त्याची प्रतिमा मिळवा. मोजपट्टीचा वापर करून ' D ' हे अंतर मोजा. तसेच आतल्या नळकांड्यावर असलेल्या पट्टीने ' l ' मोजा आणि पडद्यावर केलेल्या खुणांवरून ' h ' मोजा.

Obtain clear inverted image for multiple values of D . Tabulate your reading of D , l and h below: वेगवेगळ्या D साठी स्पष्ट प्रतिमा मिळवा. खालील तक्त्यात D , h आणि l यांची मापे नोंदवा.

D (सेमी.)	l (सेमी.)	h (सेमी.)	$H = \frac{hD}{l}$ (सेमी.)

Table 1: तक्ता 1:

Average height of the object, (Mean) $H =$ _____

वस्तूची सरासरी उंची $H =$ _____

Q 1. Can you estimate the height of the object by any other methods? Compare it with the answer you obtained using pinhole camera?

प्रश्न 1. तुम्हाला आणखी कोणत्या पद्धतीने वस्तूची उंची मोजता येईल? त्या पद्धतीने मिळालेले उत्तर आणि सूचिछिद्र कॅमेऱ्याचा वापर करून मिळालेले उत्तर यांच्यात तुलना करा.

Teachers should also try to get estimate of the height of the object with other methods (such as by knowing the height of each floor and multiplying by the number of floors) or from official records, to match the answer obtained from pinhole camera.

सूचिछिद्र कॅमेऱ्यातून मिळालेले उत्तर पडताळून पाहण्यासाठी शिक्षकांनी इतर पद्धतींचा (जसे, प्रत्येक मजल्याची उंची माहीत करून आणि मजल्यांच्या संख्येने गुणून) किंवा अधिकृत नोंदींपासून वस्तूच्या उंचीचा अंदाज घेण्याचा प्रयत्न करावा.

Discuss

चर्चा करा

Q 2. If you want to see a bigger image on the screen (without changing the pinhole screen distance), should you move the pinhole closer to the object or farther away?

प्रश्न 2. जर पडद्यावर मोठी प्रतिमा हवी असेल, तर (सूचिछिद्र आणि पडद्यातील अंतर न बदलता) तुम्हाला सूचिछिद्र वस्तूच्या जवळ आणावे लागेल की वस्तूपासून दूर न्यावे लागेल?

Q 3. What will happen to the image if you make the screen using a transparent plastic sheet instead of translucent sheet?

प्रश्न 3. जर पडद्यासाठी अर्धपारदर्शक कागदाऐवजी पारदर्शक प्लास्टिक वापरले तर प्रतिमेत काय बदल होतील?

Suggested Readings

1. A brief history and principle of pinhole camera:
<http://www.alternativephotography.com/pinhole-history/>
2. A website dedicated to pinhole camera's (History, principles, technical detail, etc):
<http://www.pinhole.cz/>
3. A detailed history of pinhole cameras and its construction is available at:
<https://jongrepstad.com/pinhole-photography/pinhole-photography-history-images-cameras-formulas/>
4. Pinhole cameras have been used for taking actual photographic pictures. In 2017, pinhole lens (an attachment with a hole, and no glass) has been launched for DSLR cameras. (<https://www.digitaltrends.com/photography/pinhole-pro-kickstarter/> and <https://thingyfy.com/story-lens/>)

Credits

Main Authors: Joseph Amalnathan, Praveen Pathak, Pranay Parte

Contributing Authors: K.K. Mashood, Tripti Bameta

Reviewers: Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal, Deepa Chari

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

Marathi Translator: Vijay D. Lale

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

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