LU 8.2. Pinhole camera
पिनहोल कैमरा

Introduction
परिचय

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.

पिनहोल कैमरा एक सरल उपकरण है जो प्रकाश को केवल एक पिन के सिरे के आकार के बहुत छोटे से छिद्र से गुज़रने की अनुमति देती है। इस छिद्र से कुछ दूरी पर एक पर्दा (सपाट सतह) लगाकर आप (दूसरी तरफ पिनहोल के सामने मौजूद) किसी वस्तु का प्रतिबिंब इस स्क्रीन पर देख सकते हैं। यदि स्क्रीन एक पतली पारभासी शीट (tracing paper) है तो प्रतिबिंब स्क्रीन के दोनों ओर देखा जा सकता है। नीचे चित्र 1 देखें।

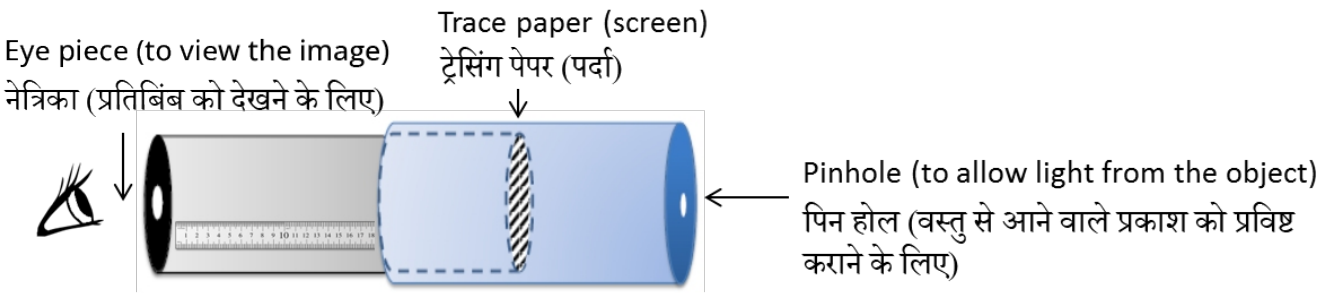


Figure 1: Schematic of pinhole camera that also acts as a measuring device
चित्र 1: *पिनहोल कैमरे का योजनापरक आरेख जिसका उपयोग एक मापक उपकरण के रूप में किया जा सकता है*

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.

इस इकाई में आप एक पिनहोल कैमरा बनाएंगे और इसे एक मापक उपकरण के रूप में उपयोग करेंगे। आप यह भी समझेंगे कि एक पिनहोल द्वारा प्रतिबिम्ब कैसे बनता है।

Materials
सामग्री

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.

काला चार्ट पेपर, ट्रेसिंग पेपर/पारभासी पॉलिथीन शीट, कागज पर मुद्रित पैमाना या ग्राफ पेपर, मापन फीता, कैंची, गोंद, कटर, चिपकने वाला टेप, रसोई में इस्तेमाल होने वाली एल्यूमीनियम की पन्नी।

Task 1: Making a pinhole camera
कार्य 1: एक पिनहोल कैमरा बनाना

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

यह पिनहोल बनाने का एक चरण है और इसमें एक कार्यशील पिनहोल कैमरा तैयार करना है। बनाने के लिए निर्देश नीचे दिये गए हैं।

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

i. 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 height 25 cm.

काले चार्ट पेपर से एक आयताकार टुकड़ा काटें और एक खोखले ट्यूब के रूप में रोल करें। चिपकने वाले टेप या रबर बैंड से चिपका कर पक्का करें कि ट्यूब मजबूत हो जाए। इसका व्यास लगभग 3 cm और ऊंचाई 25 cm होनी चाहिए।

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.)

आप ट्यूब के व्यास और उसकी लंबाई को भी बदल सकते हैं। व्यास छोटा होने से प्रतिबिंब अधिक स्पष्ट दिखेगा। (पाइप बनाने के लिए आप कार्डबोर्ड ट्यूबों का उपयोग भी कर सकते हैं, जिस पर एल्यूमीनियम की पन्नी या किचन पेपर टिशू रोल किए जा सकते हैं।)

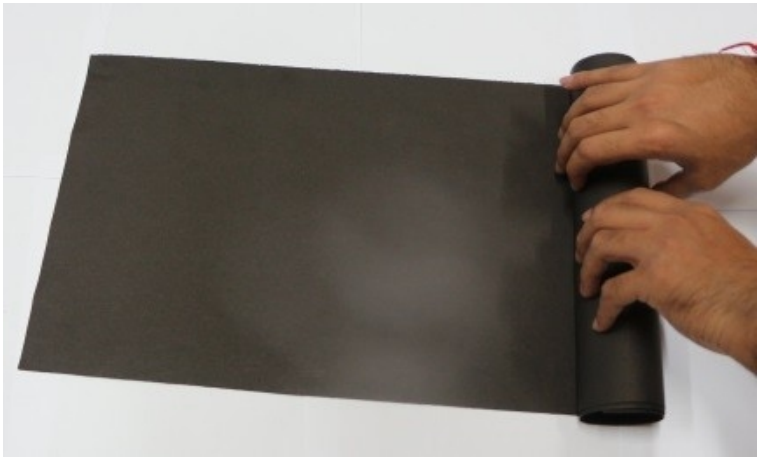


Figure 2(a): *Rolling chart paper*
चित्र 2 (a): *चार्ट पेपर को रोल करना*

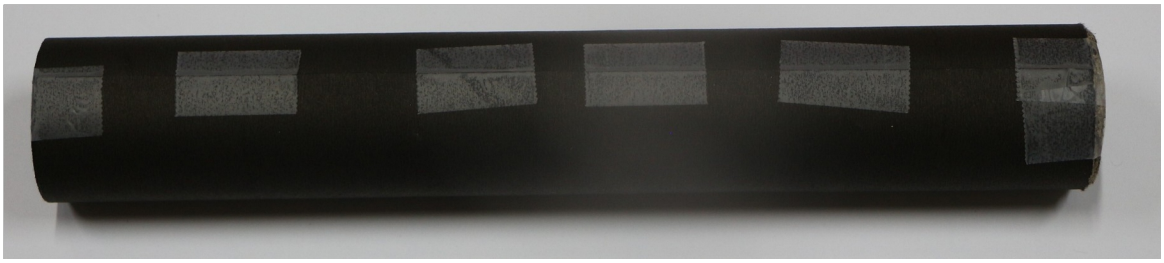


Figure 2(b): *Chart paper as pipe*
चित्र 2(b): *चार्ट पेपर से बनाया गया पाइप*

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.

ट्यूब के दूसरे छोर को ट्रेसिंग पेपर या इससे मिलती जुलती किसी अन्य पारभासी पदार्थ की शीट से ढँक दें। यह शीट पर्दे की तरह काम करेगी। आइए, इस ट्यूब को हम इमेज ट्यूब (IT) कहें। चित्र 3 में दर्शाए अनुसार पर्दे पर प्रत्येक 5 mm पर चिह्न अंकित कीजिए। ये चिह्न कार्य 3 में पर्दे पर बने प्रतिबिंब का आकार मापने में मदद करेंगे।

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

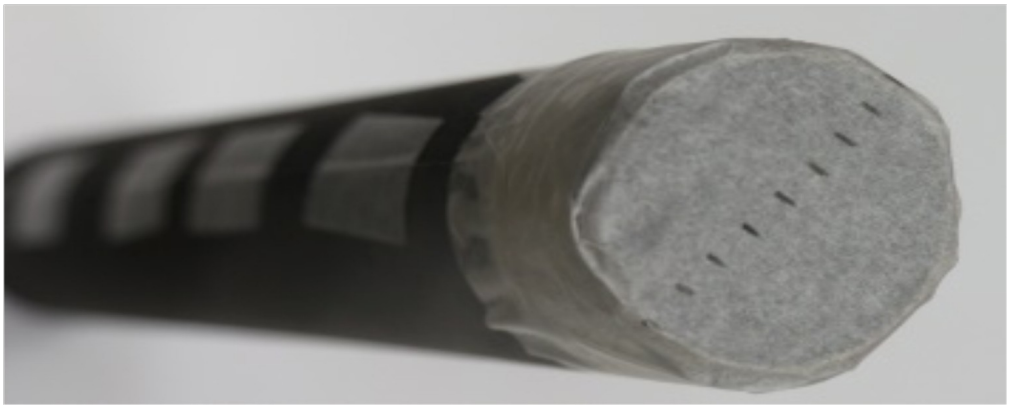


Figure 3: *Markings on screen for measuring image size*
चित्र 3: *प्रतिबिंब के आकार को मापने के लिए पर्दे पर अंकन*

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).
एक अन्य आयताकार चार्ट पेपर को एक बेलनाकार ट्यूब के रूप में इस तरह मोडें कि यह IT की तुलना में लंबाई में कुछ छोटी और व्यास में इससे थोड़ी बड़ी हो, ताकि IT आसानी से इसके अंदर फिसल सके। इस ट्यूब के एक छोर को वृत्ताकार काले चार्ट पेपर या एल्यूमीनियम पन्नी के साथ ढँकें और इसके केंद्र में पिन से एक छेद करें (एल्यूमीनियम पन्नी के साथ काम करना थोड़ा आसान होता है)। हम इस ट्यूब को पिनहोल ट्यूब (PT) कहेंगे।

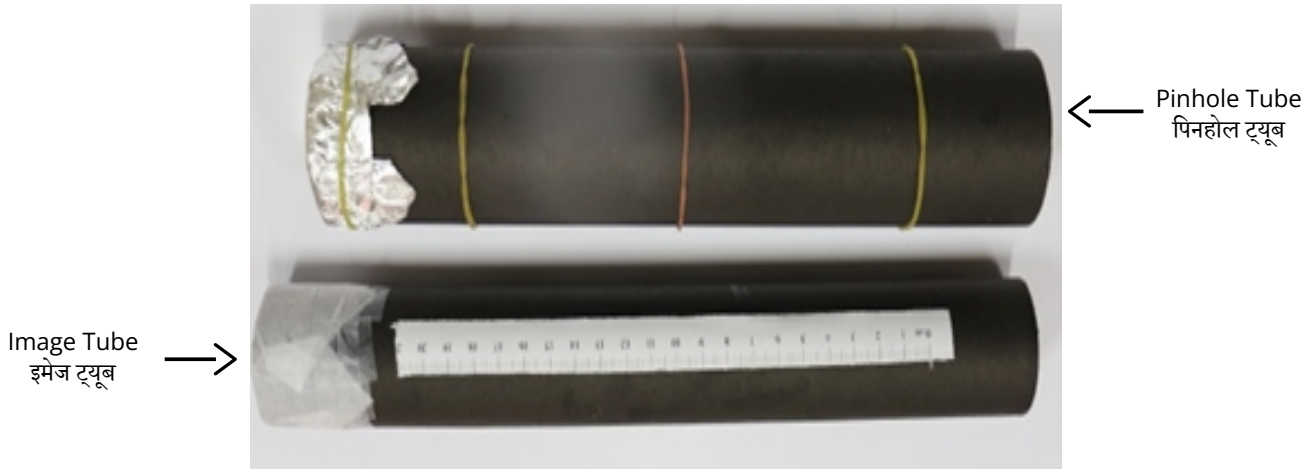


Figure 4: *Image Tube (IT) and Pinhole Tube (PT)*
चित्र 4: *इमेज ट्यूब (IT) और पिनहोल ट्यूब (PT)*

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]. This scale will be used to measure l, i.e., the distance between the screen and pinhole.

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

PT के अंदर IT को इतनी दूर तक प्रविष्ट कराएं (जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है) कि पर्दा पिनहोल को ठीक छूने लगे (चित्र 1 देखें)। जहां PT समाप्त होती है वहाँ IT पर एक बिंदु 'O' अंकित करें। अब IT को बाहर निकालें और इसकी लंबाई के अनुदिश इस पर सफ़ेद कागज एक पट्टी चिपका दें (जो चित्र 4 और 5 में पहले से ही दिखाया गया है)। 'O' को शून्य मानते हुए कागज पर 5 मिमी के अंतराल में चिह्न लगाएँ ताकि इसे पैमाने के रूप में उपयोग में लाया जा सके (यदि उपलब्ध हो तो एक मुद्रित पैमाने का भी उपयोग किया जा सकता है)। इस पैमाने का उपयोग l, अर्थात, पर्दे और पिनहोल के बीच की दूरी को मापने के लिए किया जाएगा।

Now the pinhole camera is ready to use!
अब पिनहोल कैमरा उपयोग के लिए तैयार है!

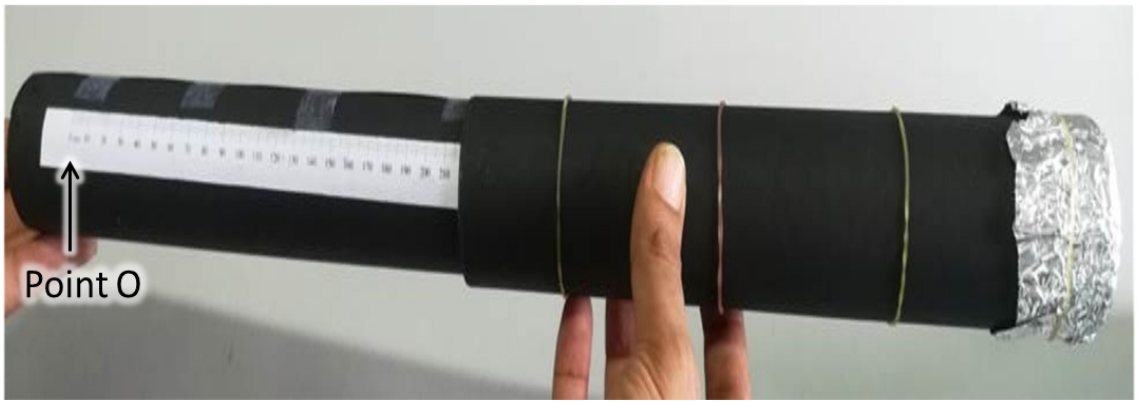


Figure 5: *Assembling the camera*
चित्र 5: *कैमरे को तैयार करना*

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).
किसी वस्तु का प्रतिबिंब देखने के लिए, पिनहोल को वस्तु की ओर घुमा कर रखें (वस्तु अच्छी तरह से प्रकाशित होनी चाहिए) और पर्दे तथा पिनहोल के बीच की दूरी को इस प्रकार समायोजित करें कि वस्तु की स्पष्ट छवि पर्दे पर नज़र आए। होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र के भवन की तस्वीर, चित्र 6(a), पिनहोल कैमरे से देखने पर चित्र 6(b) की तरह दिखाई देती है।



Figure 6 (a): *Object*
चित्र 6 (a): *वस्तु*



Figure 6 (b): *Image in pinhole camera*
चित्र 6 (b): *पिनहोल कैमरे में प्रतिबिंब*

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

Q1. What has changed from the object to the image? Can you describe the changes and think of reasons?
वस्तु से तुलना करने पर प्रतिबिंब में क्या बदलाव नज़र आता है? क्या आप परिवर्तनों का वर्णन कर सकते हैं और उनके कारणों के बारे में सोच सकते हैं?

_____

_____

Q2. What happens to the image:
प्रतिबिंब का क्या होता है जब आप:

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.
पिनहोल कैमरा की सेटिंग को बदले बिना, पिनहोल को वस्तु से परे ले जाते हैं? अब तुलना करें कि पहले की अपेक्षा दृश्य क्षेत्र एवं प्रतिबिंब के आमाप आदि में क्या परिवर्तन आया है।

_____

ii. If you increase the distance between the pinhole and the screen?
यदि आप पिनहोल और पर्दे के बीच की दूरी बढ़ाते हैं?

_____

iii. If the illumination (brightness) of the object changes, or you look towards another object with lesser illumination?
यदि आप जिस वस्तु को देख रहे हैं उसकी प्रदीप्ति (चमक) बदलती है, या आप किसी अन्य कम प्रदीप्त वस्तु को देखते हैं?

_____

Q3. 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 groups, which may vary in pinhole size.]
अब पता लगाएं कि क्या होता है जब पिनहोल का आकार क्रमशः छोटा या बड़ा हो। सबसे पहले यह अनुमान लगाइए कि पिनहोल का आकार छोटा या बड़ा करने से प्रतिबिंब पर क्या प्रभाव पड़ेगा? [आप अलग-अलग समूह के पिनहोल कैमरे लेकर (जिनके पिनहोल आकार में भिन्न हो सकते हैं) एक ही वस्तु के प्रतिबिंबों की तुलना कर सकते हैं।]

_____

_____

Task 2: Constructing a model to explain the image formation in task 1
कार्य 2: कार्य 1 में बनी प्रतिबिंब की व्याख्या करने के लिए एक मॉडल तैयार करना

Here our aim is to construct a geometrical model that would explain the image formation observed in task 1.
यहाँ हमारा उद्देश्य एक ऐसे ज्यामितीय मॉडल को तैयार करना है जो कार्य 1 में प्रेक्षित प्रतिबिंब बनने की व्याख्या करेगा।

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.

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

वर्षों में विकसित हुई एक समझ यह है कि जब प्रकाश एक नियत अपवर्तनांक के माध्यम में यात्रा करता है तो यह एक सीधी रेखा में गमन करता है। इसलिए प्रकाश के पथ का निरूपण किरण का उपयोग करके किया जाता है। आपने अपनी विज्ञान की पुस्तक में किरण आरेख देखे होंगे।

Q1. 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?

आइए हम कार्य 1 में प्राप्त प्रतिबिंब निर्माण को निरूपित करने के लिए एक किरण आरेख बनाने की कोशिश करते हैं। एक किरण TP वस्तु के किसी बिन्दु से शुरू होती है जो पिनहोल P की ओर एक सीधी रेखा में जाती है और पर्दे पर बिन्दु T' पर मिलती है, जैसा कि पहले से ही नीचे चित्र 7 में दर्शाया गया है। क्या आप चित्र में दिखाई वस्तु के अलग-अलग बिन्दुओं से शुरू होती हुई TPT' जैसी तीन और किरणें खींच सकते हैं?

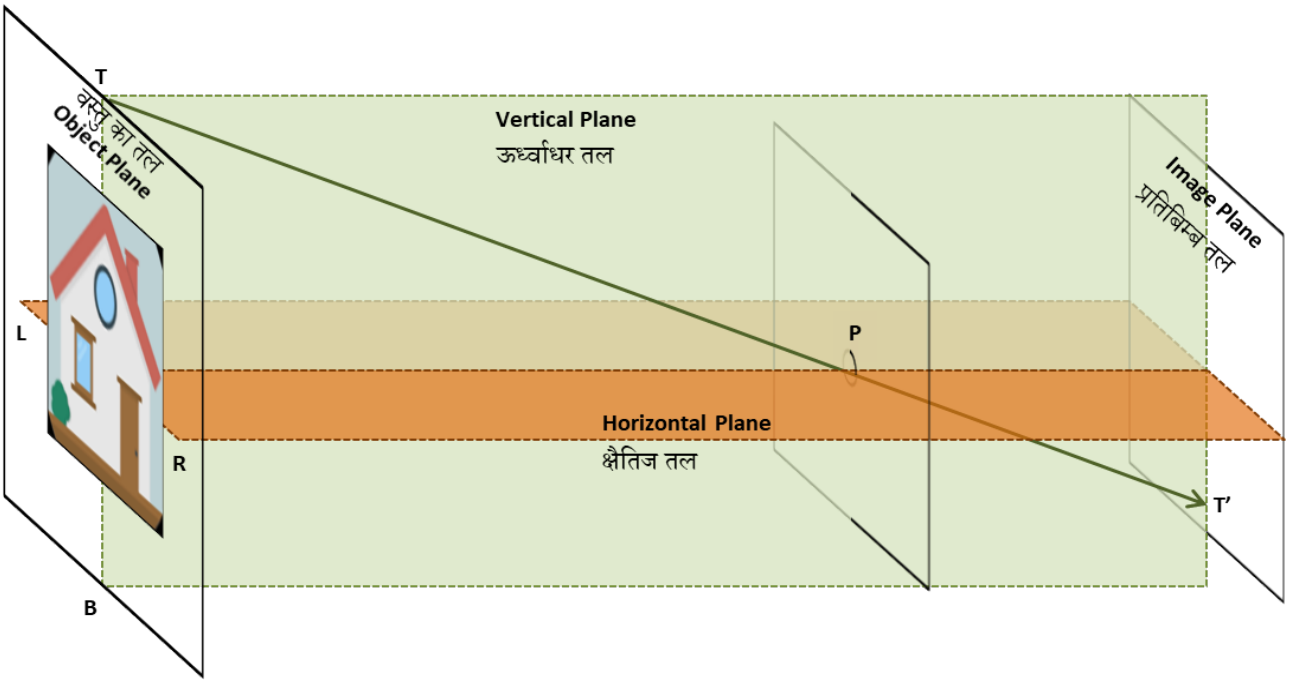


Figure 7: *Draw rays originating from the object and falling on screen*
चित्र 7: *वस्तु से शुरू होने वाली और पर्दे पर गिरने वाली किरणें खींचिए।*

Q2a. 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?

चित्र 8 देखिए। किरण ZPZ' पर विचार करें। किरण वस्तु के हरे रंग के बिंदु Z से शुरू होती है। Q पर एक भूरे रंग का बिंदु है। आपको क्या लगता है प्रतिबिंब के तल में बिन्दु Z' पर क्या दिखाई देगा? एक हरे रंग का बिन्दु या एक भूरे रंग का बिन्दु? इसी तरह, मान लीजिए कि एक और किरण QPQ' है। आप प्रतिबिंब के तल में बिन्दु Q 'पर क्या देखेंगे?

_____

_____

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

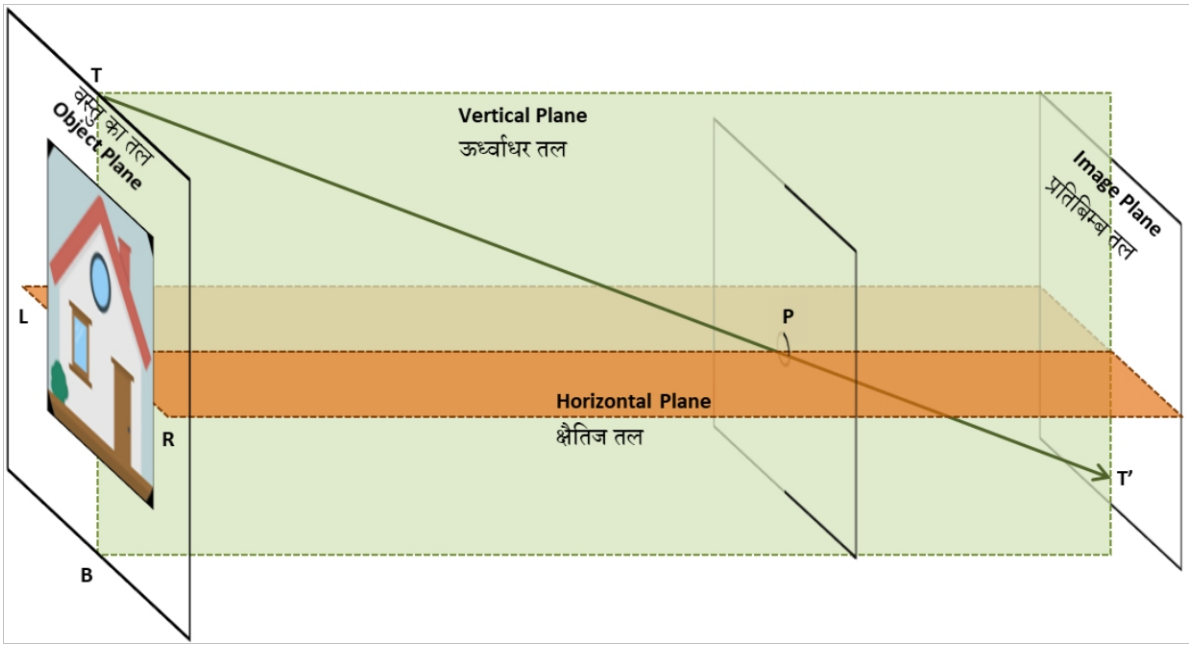


Figure 8: *By drawing rays originating from the object, predict where green and brown points would be observed on the screen (image plane).*

चित्र 8: *वस्तु से शुरू होने वाली किरणों को आगे खींचकर अनुमान लगाइए कि पर्दे (प्रतिबिम्ब तल) पर हरे और भूरे बिन्दु कहाँ प्राप्त होंगे।*

Q2b. Do you think there is a relation between the points on the object and the image plane? Discuss.
आपके विचार से बिम्ब के बिन्दुओं तथा प्रतिबिंब तल में प्राप्त बिन्दुओं के बीच क्या कोई संबंध है? चर्चा कीजिए।

Q2c. Referring to figure 8, can you explain the orientation of the image observed?
चित्र 8 के संदर्भ में क्या आप प्रेक्षित प्रतिबिंब के विन्यास की व्याख्या कर सकते हैं?

Q2d. 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.
यदि प्रतिबिंब का विन्यास वही हो जो वस्तु का है तो प्रकाश का पथ क्या होना चाहिए? जानने की कोशिश कीजिए कि क्या आपके या आपके किसी मित्र के द्वारा बनाए गए किसी भी पिनहोल कैमरे में ऐसा देखने में आया है?

Q3. 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?
आपने पिछले प्रश्न में प्रकाश पथ के बारे में जाना। अब आप चित्र 8 में वस्तु के एक ही बिंदु से निकलने वाली दो किरणें इस प्रकार से खींचें जो पिनहोल की आसपास की सतह पर गिरें लेकिन पिनहोल में प्रवेश ना करें। पिनहोल के आसपास की यह सतह एक अवरोधक के रूप में कार्य करती है। आपके अनुसार ये किरणें कहां जाएंगी?

Q4. 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?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

यदि इस अवरोधक सतह को हटा दिया जाता है, तो ये किरणें कहां जाएंगी? पर्दे पर बनी छवि पर इन प्रकाश किरणों का क्या प्रभाव होगा?

Q5. 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?
आपको क्या लगता है कि अगर पिनहोल का आमाप बहुत बड़ा है तो प्रतिबिंब का क्या होगा? क्या आपका उत्तर कार्यकलाप 1 में लिए गए आपके प्रेक्षणों के अनुरूप है?

Further questions to discuss: Based on the above model/representation of image formation, answer the following questions:
चर्चा करने के लिए अतिरिक्त प्रश्न: प्रतिबिंब निर्माण के उपरोक्त मॉडल/ निरूपण के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें:

Q6. To get a clear image, why do you think object should be well-illuminated?
आपको क्यों लगता है कि एक स्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए वस्तु को अच्छी तरह से प्रकाशित होना चाहिए?

Q7. 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?
आपको क्या लगता है कि अगर पिनहोल का आकार बहुत छोटा है तो प्रतिबिंब का क्या होगा,? क्या आपका उत्तर कार्यकलाप 1 में लिए गए आपके प्रेक्षणों के अनुरूप है?

Task 3: Measuring the height of a very tall object
कार्य3: एक बहुत लम्बी वस्तु की ऊंचाई मापना

Pilot (Ideal scenario)
पायलट (आदर्श परिदृश्य)

Figure 9 below shows the diagram for image formation in a pinhole camera.
नीचे चित्र 9 एक पिनहोल कैमरे में प्रतिबिंब निर्माण के लिए आरेख दर्शाता है।

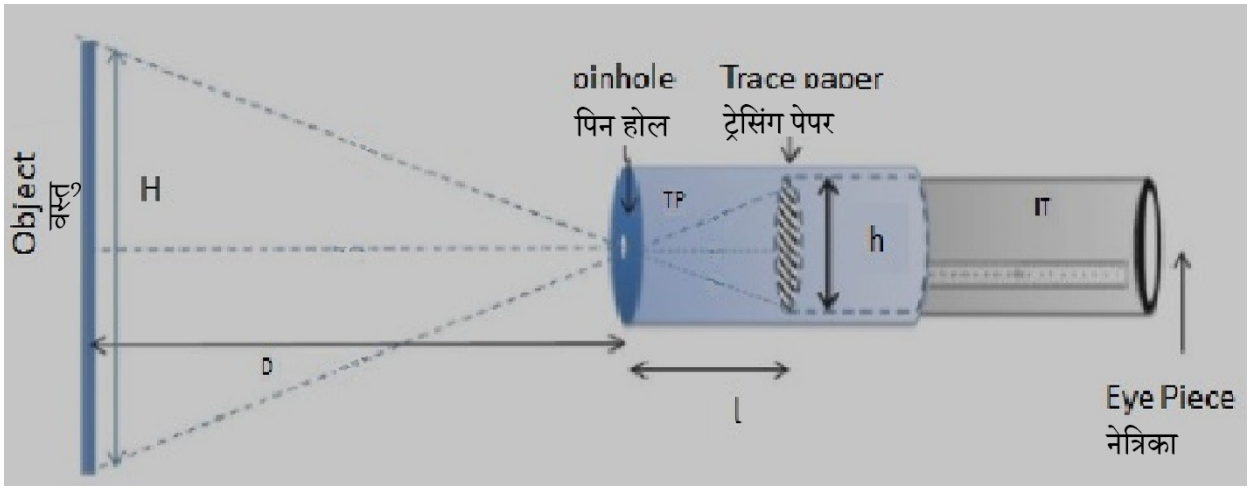


Figure 9: *Schematic diagram of pinhole camera*
चित्र 9: *पिनहोल कैमरे का योजनापरक आरेख*

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.
आपको तीन राशियाँ मापनी होंगी, पिनहोल और वस्तु के बीच की दूरी (D) और पर्दे एवं पिनहोल के बीच की दूरी (l), तथा पर्दे पर प्रतिबिंब का आकार (h)।

Once you know *D*, *l,* and *h* you can find the height of the object H based on the following considerations.
एक बार जब आप D, l, और h का मान माप लेंगे तो निम्नवत विचार करके वस्तु की ऊंचाई ज्ञात कर लेंगे।

Consider the two triangles in figure 9 with shared vertex at the pinhole. Since they are similar triangles, h/l = H/D. Rearranging we get H = hD/l
चित्र 9 में उन दो त्रिभुजों पर विचार करें जिनका साझा शीर्ष पिनहोल पर है। चूंकि वे समरूप त्रिभुज हैं h/l = H/D,

पुनर्व्यवस्थित करने पर हमें प्राप्त होता है: H = 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.
यहाँ आप सूत्र का उपयोग, इसे व्युत्पन्न किए बिना, सीधे भी कर सकते हैं, लेकिन हो सकता है कि आप यह जानने के लिए उत्सुक हों कि समरूप त्रिभुजों के गुणों का उपयोग करके इस सूत्र को कैसे व्युत्पन्न किया जाता है।

Working (real) example
कार्यविधि का (वास्तविक) 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.
अब, हम इस समीकरण का वास्तविक जीवन में उपयोग करेंगे। अपना पिनहोल कैमरा लें और एक अच्छी तरह से प्रकाशित दूरस्थ वस्तु जैसे कि एक इमारत या एक पेड़ का प्रतिबिंब इसके पर्दे पर प्राप्त करें। एक टेप का उपयोग करके D को मापें, पैमाने का उपयोग करके आंतरिक ट्यूब पर l को मापें, और पर्दे पर अंकित स्केल का उपयोग करके h का मान ज्ञात करें।

Obtain clear inverted image for multiple values of *D*. Tabulate your reading of *D*, *l* and *h* below:
D के कई मानों के लिए स्पष्ट उलटी छवि प्राप्त करें। D, l और h के अपने मानों को नीचे दिए अनुसार सारणीबद्ध करें:

***D* (cm)**	***l* (cm)**	***h* (cm)**	***H = hD/l* (cm)**

Table 1 तालिका 1

Average height of the object, (Mean) *H* = _____
वस्तु की औसत (माध्य) ऊँचाई, H = _____

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. October, 2026.

Q1. Can you estimate the height of the object by any other methods? Compare it with the answer you obtained using pinhole camera?
क्या आप किन्हीं अन्य तरीकों से वस्तु की ऊंचाई का आकलन कर सकते हैं? इस विधि से प्राप्त अपने मान की पिनहोल कैमरे से प्राप्त मान के साथ तुलना करें।

_____

Discuss
चर्चा करें

Q2. If you want to see a bigger image on the screen (without changing the pinhole screen distance l), should you move the pinhole closer to the object or farther away?
यदि आप पर्दे पर (पिनहोल पर्दे कि दूरी l को बदले बिना) एक बड़ी छवि देखना चाहते हैं तो इसके लिए आपको पिनहोल वस्तु के निकट ले जाना चाहिए या उससे दूर ले जाना चाहिए।

_____

Q3. What will happen to the image if you make the screen using a transparent plastic sheet instead of translucent sheet?
यदि आप पारभासी शीट के बजाय पारदर्शी प्लास्टिक शीट का उपयोग करके स्क्रीन बनाते हैं तो प्रतिबिंब का क्या होगा?

_____

_____

Credits
साभार

Main Authors: Joseph Amalnathan, Praveen Pathak, Pranay Parte
Contributing Author: K. K. Mashood, Tripti Bameta
Reviewers: Arnab Bhattacharya. Vandana Nanal, Deepa Chari
Editors: Beena Choksi, Geetanjali Date, Ankush Gupta, Reema Mani, K. Subramaniam
Translator: Ram Sharan Dass
Translation Coordination: Krishna Kumar Mishra
Translation Editors: Praveen Pathak, Sarita Naswa, Yogesh Dahiya
Hindi Editorial Assistance: Somesh Meena
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International, HBCSE