8.2 Pinhole camera

8_enPages_for_TamilBook.indd 19 02/08/22 11:26 PM

8.2 ஊசித்துளை கேமரா

8.2. Pinhole camera

Overview

Schools 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.

- 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 have you used to capture the 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 the pinhole camera to measure the size of any large objects?

Motivation for the Learning Unit

The pinhole camera is an optical instrument that is simple to make and demonstrates some very important properties of light and concepts about

Minimum time required

Four sessions of 40 minutes each

Type of Learning Unit

Classroom and field

8.2. ஊசித்துளை கேமரா

சுருக்கம்

பொதுவாக பள்ளி பாடப்புத்தகங்களில், ஊசித்துளை விளைவையும் ஊசித்துளை கேமராவையும் குறித்த ஒரு நல்ல அறிமுகம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் கற்றல் பிரிவில், எளிதாகக் கிடைக்கககக்கூடிய எழுதுபொருட்களைப் பயன்படுத்தி ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை மாணவர்கள் தயாரிப்பார்கள். ஓர் அளவிடும் கருவியாக அதை எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம் என்பதை ஆராய்வார்கள். மேலும், லென்ஸ் போன்ற கூடுதல் பொருட்கள் ஏதுமில்லாமல் எவ்வாறு பிம்பங்களை அதில் பார்க்கமுடிகிறது என்பதையும் புரிந்துகொள்வார்கள்.

ஊசித்துளை கேமராவுடன் மாணவர்கள் பெற்ற முந்தைய அனுபவங்களைக் கலந்துரையாடுவதன் மூலம் வகுப்பைத் தொடங்கிடுங்கள். இந்தக் கலந்துரையாடலின்

- ஊசித்துளை கேமராவை இதற்கு முன்னர் எப்போதாவது நீங்கள் பார்த்திருக்கிறீர்களா அல்லது தயாரித்திருக்கிறீர்களா, அல்லது பாடப்புத்தகத்தில் அதைப் பற்றி படித்திருக்கிறீர்களா?
- ஊசித்துளை கேமரா மூலம் ஒரு மரத்துடைய அல்லது கட்டிடத்தினுடைய பிம்பத்தை நீங்கள் பார்த்திருக்கிறீர்களா? அந்த பிம்பத்தை உங்களால் விவரிக்க முடியுமா?
- உங்கள் அறிவியல் ஆய்வகத்திலும் வெளியிடங்களிலும், பொருள்களின் பிம்பத்தைப் பிடிக்க ஊசித்துளை கேமராவைத் தவிர வேறென்ன கருவிகளைப் பயன்படுத்தியிருக்கிறீர்கள்? இந்தக் கருவிகளின் கூறுகள் என்னென்ன?
- உற்றுநோக்கப்படும் பொருட்களை (மரங்கள் அல்லது கட்டிடங்கள்) அளக்கும் அளவிடும் கருவியாக இந்தக் கேமரா பயன்படும் என்று நினைக்கிறீர்களா?
- எந்தவொரு பெரிய பொருளின் அளவை அளவிடுவதற்கும் ஊசித்துளை கேமராவை பயன்படுத்தலாமா?

கற்றல் பிரிவிற்கான உந்துதல்

ஊசித்துளை கேமரா எளிதாக தயாரிக்கக்கூடிய ஓர் ஒளியியல் கருவியாகும். மேலும், பிம்ப உருவாக்கம் குறித்த கருத்துகள் மற்றும் ஒளியின் சில மிக முக்கியமான பண்புகளை இக்கருவி மூலம் ஆராயலாம். இந்தக் கற்றல் பிரிவில், லென்ஸ்கள் போன்ற கூடுதல்

குறைந்தபட்ச நேரம்

40 நிமிடங்களைக் கொண்ட நான்கு அமர்வுகள்

பாடப்பிரிவின் வகை

வகுப்பறை மற்றும் களப்பாடம்

image formation. In this Learning Unit, students will construct a pinhole camera that helps measure distance or size of objects in addition to capturing an image without using any additional devices like lenses.

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.

Unit-specific objectives

- 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

Links to curriculum

Class 6 Science	Class 8 Science
Chapter 11: Light, Shadows and Reflections	**Chapter 16:** Light

Table T1

Introduction

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.

8_enPages_for_TamilBook.indd 21 02/08/22 11:26 PM

கருவிகள் எதையும் பயன்படுத்தாமல் ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை மாணவர்கள் தயாரித்து, அதைப் பயன்படுத்தி ஒரு பிம்பத்தைப் பிடிப்பதுடன் பொருட்களின் அளவுகள் அல்லது அவற்றின் தொலைவுகளை அளவிடுவார்கள்.

இப்பிரிவில் மொத்தம் மூன்று செயல்கள் உள்ளன: 1) உருளை வடிவிலான ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை தயாரித்து, ஒளிமிக்க, ஒருபெரிய பொருளின் தெளிவான பிம்பத்தைக் கவனமாக உற்றுநோக்குதல். இங்கு, செங்குத்தாகவும் பக்கவாட்டிலும் பிம்பம் தலைகீழாக இருப்பதை மாணவர்கள் கண்டுபிடிப்பார்கள் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது 2) செயல் 1-ல் சேகரித்தத் தரவுகளின் அடிப்படையில் தலைகீழான பிம்பத்துக்கு கோட்பாட்டு விளக்கத்தை கட்டமைப்பது, மற்றும் 3) ஒரு கட்டிடம் அல்லது ஏதாவது ஒரு பெரிய பொருளின் அளவை அளவிட ஊசித்துளை கேமிராவை பயன்படுத்துதல்.

பாடப்பிரிவு சார்ந்த இலக்குகள்

- ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை வடிவமைத்து அதன் பயன்பாடு மற்றும் செய்முறையைப் புரிந்துகொள்ளுதல்.
- மாதிரி உருவாக்கம், விளக்கங்களைக் கட்டமைத்தல், மற்றும் அவற்றின் சரித்தன்மையை சரிபார்ப்பது போன்ற அறிவியல் வழிமுறைகளைக் கற்றுக்கொள்ளுதல்.
- ஓர் ஊசித்துளை கேமராவில் பிம்ப உருவாக்கத்தின் ஒளியியலைப் புரிந்துகொள்ளுதல் மற்றும் (சாத்தியமென்றால்) ஒளி தன்மையைப் பற்றிய நமக்குள்ள புரிதலில் இதன் தாக்கத்தை உணர்தல்.
- தூரத்தில் உள்ள ஒரு பொருளின் அளவை அளவிடுவதற்கான வழிமுறையைக் கற்றுக்கொள்ளுதல்.

பாடத்திட்டத்துடன் உள்ள தொடர்புகள்

வகுப்பு 6 அறிவியல்	வகுப்பு 7 கணிதம்	வகுப்பு 8 அறிவியல்
தலைப்பு 11: Light, Shadows and Reflections	**தலைப்பு 7:** Congruence of triangles	**தலைப்பு 16:** Light

அட்டவணை T1

அறிமுகம்

ஊசித்துளை கேமரா ஓர் எளிமையான கருவி. இதில் ஊசி முனையின் அளவைக் கொண்ட மிகச்சிறிய ஓட்டையின் வழியாக மட்டுமே ஒளி செல்லும். இந்த ஓட்டையிலிருந்து குறிப்பட்ட தொலைவில் ஒரு திரையை (தட்டையான மேற்பரப்பைக் கொண்டது) வைப்பதன் மூலம், அத்திரையில் ஒரு பொருளின் பிம்பத்தை (ஊசித்துளைக்கு எதிர்திசையில் உள்ளது) நீங்கள் பார்க்கலாம். ஒளிகசியும் ஒரு மெலிதான தகட்டைத் திரையாக எடுத்துக்கொண்டால், திரையின் இரண்டு பக்கங்களிலும் பிம்பத்தைப் பார்க்கலாம். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படம் 1ஐ பாருங்கள்.

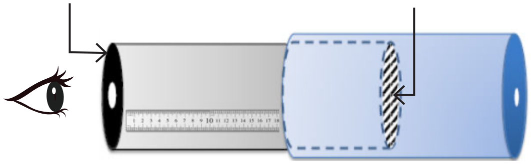


Figure 1 *Schematic of pinhole camera that also acts as a measuring device*

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

Task 1: Making a pinhole camera

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

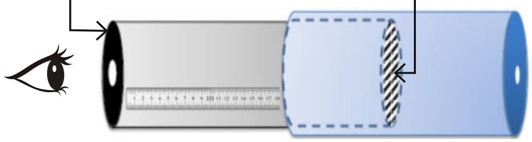
i. Cut a rectangular piece from the black chart paper and roll into a hollow tube. Secure with sticky tape or with rubber bands so that the tube is firm. The diameter should be approximately 3 cm and height 25 cm.

Figure 2(a) *Rolling chart paper*

Materials

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

8_enPages_for_TamilBook.indd 22 02/08/22 11:26 PM



படம் 1: அளவிடும் கருவியாக உபயோகப்படும் ஊசித்துளை கேமராவின் சித்தரிப்பு வரைபடம்

இந்தப் பாடப்பிரிவில், ஓர் ஊசித்துளை கேமராவைத் தயாரித்து அதை அளவிடும் கருவியாக பயன்படுத்தப்போகிறீர்கள். ஊசித்துளை எவ்வாறு பிம்பத்தை உருவாக்குகிறது என்பதையும் நீங்கள் புரிந்துகொள்வீர்கள்.

செயல் 1: ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை தயாரித்தல்

செயல்படக்கூடிய ஓர் ஊசித்துளை கேமராவை தயாரிக்கும் கட்டம் இது. இதற்கான வழிமுறை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

i. கறுப்பு வரைபடத் தாளிலிருந்து செவ்வக வடிவலான ஒரு பகுதியை வெட்டுங்கள். அதை ஒரு உள்ளீடற்றக் குழாயாக சுருட்டுங்கள். அது விரியாமல் இறுக்கமாக இருப்பதற்கு, குழாயை ஸ்டிக்கி டேப் கொண்டு ஒட்டுங்கள் அல்லது ரப்பர் பேண்டை பயன்படுத்துங்கள். அதன் விட்டம் ஏறத்தாழ 3 செ.மீ மற்றும் உயரம் 25 செ.மீஆக இருக்க வேண்டும்.

படம் 2(a): வரைபடத் தாளைச் சுருட்டுதல்

பொருட்கள்

கறுப்பு வரைபடத் (chart) தாள், படிவரை தாள் /ஒளி கசியும் பாலித்தீன் தாள், அளவுகள் அச்சிடப்பட்ட ஒருதாள் அல்லது வரைக்கட்ட தாள், அளவை நாடா, கத்தரிக்கோல், ஒட்டுப்பசை, ஸ்டிக்கி டேப் (பசை நாடா), சமையலறையில் பயன்படுத்தப்படும் அலுமினிய மென்தகடு.

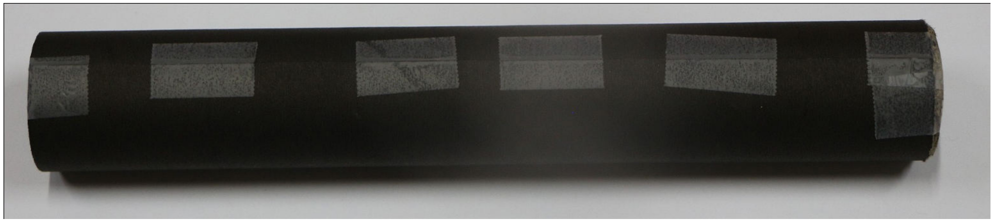


Figure 2(b) *Chart paper as pipe*

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 discarded cardboard tubes used for packaging on which aluminium foil or kitchen paper tissue are rolled.)

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.

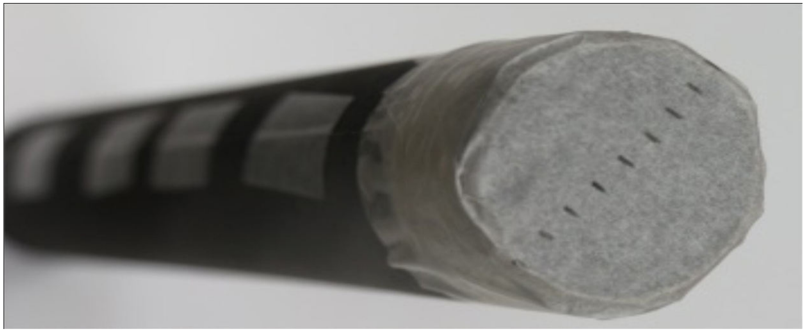


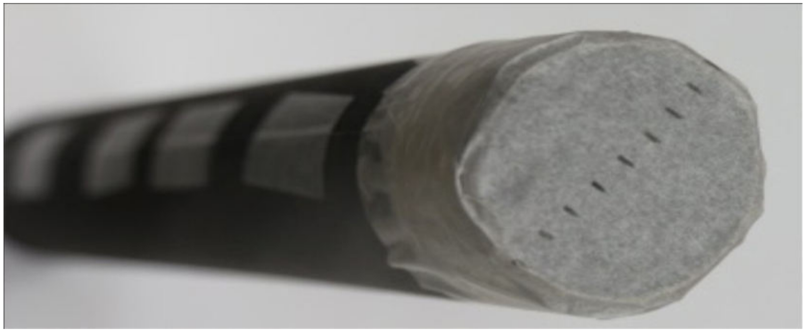
Figure 3 *Markings on screen for measuring image size*

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).

படம் 2(b) : குழாய் போல சுருட்டப்பட்ட வரைபடத் தாள்

குழாயின் விட்டம் மற்றும் நீளத்தை நீங்கள் மாற்றிக்கொள்ளலாம். குறைவான விட்டத்தில் பிம்பம் அதிக தெளிவாக இருக்கும். (அலுமினிய மென்தகடு அல்லது சமையலறை டிஷியூ பேப்பர் சுற்றப்பட்டு வரும் அட்டைகளையும் குழாய்களாக பயன்படுத்தலாம்.)

ii. ஒளிகசியும் படிவரை தாள் அல்லது அதுபோன்ற ஒரு பொருளைக் கொண்டு குழாயின் மற்றொரு பக்கத்தை அடைக்கவும். இது திரைபோல் செயல்படும். இந்தக் குழாயை பிம்பக் குழாய் (IT) என்றழைக்கலாம். படம் 3-ல் இருப்பதைப்போல் திரையின் ஒவ்வொரு 5 மி.மீ. தூரத்திலும் அளவுகளைக் குறியுங்கள். இக்குறியீடுகள், செயல் 3-ல் பிம்பத்தின் அளவை அளவிட உதவியாக இருக்கும்.



படம் 3 : பிம்பத்தை அளவிட திரையிலிருக்கும் குறியீடுகள்

iii. ITஐ விட நீளத்தில் சிறிதாகவும் விட்டத்தில் பெரிதாவும் இருக்கும் வகையில், இன்னொரு செவ்வக வடிவ வரைபடத்தாளை உருளைக் குழாயாக மடியுங்கள். இதனால், இக்குழாய்க்குள் IT எளிதாக உள்நுழைய முடியும். இதன் ஒருபக்கத்தைக் கறுப்பு நிற வரைபடத்தாள் அல்லது அலுமினிய மென்தகட்டைக் கொண்டு மூடிவிட்டு, அதில் ஊசியைக் கொண்டு ஓர் ஓட்டையை போடுங்கள் (அலுமினிய மென்தகடு பயன்படுத்துவது எளிதாக இருக்கும்). இந்தக் குழாயை ஊசித்துளை குழாய் (PT) என்றழைப்போம்.

Figure 4 *IT and PT*

iv. Insert IT inside PT (as shown in figure 5) till the screen just touches the pinhole (refer figure 1). Mark a point '0' 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 '0' 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.

Now the pinhole camera is ready to use!

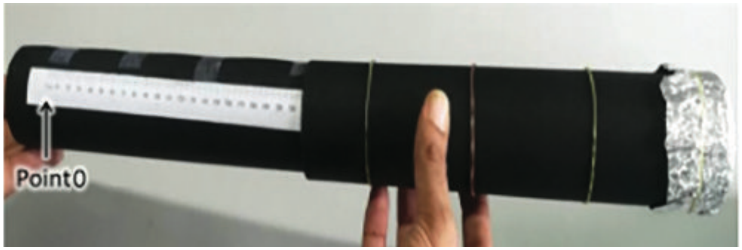
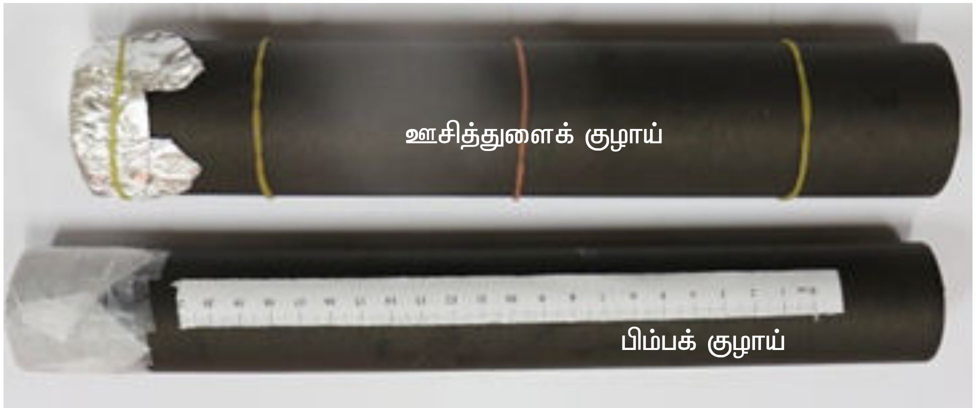


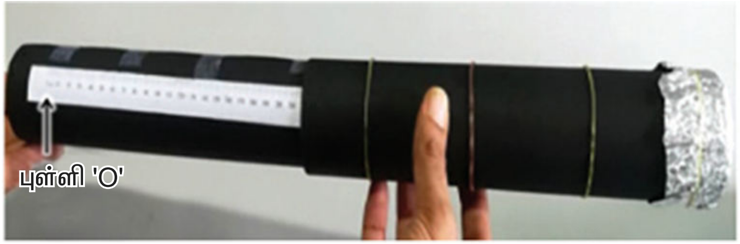
Figure 5 *Assembling the camera*

8_enPages_for_TamilBook.indd 24 02/08/22 11:26 PM



படம் 4: IT மற்றும் PT

iv. ஊசித்துளை திரையைத் தொடும் விதத்தில் (படம் 1ஐ பாருங்கள்), PTக்குள் ITஐ நுழைத்திடுங்கள் (படம் 5ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதுபோல்). PT நிற்கும் இடத்தில், ITயில் 'O' என்று குறியுங்கள். இப்போது ITஐ வெளியே எடுத்து அதன் நீளவாட்டில் ஒரு வெள்ளைத் தாளை ஒட்டுங்கள் (படங்கள் 4 மற்றும் 5ல் இது ஏற்கனவே செய்யப்பட்டிருக்கிறது). அந்தத் தாளில், புள்ளி 'O'வை பூஜ்ஜியமாக எடுத்துகொண்டு, 5 மி.மீ. இடைவெளியில் குறியிடுங்கள். இதன்மூலம், இதை அளவுகோளாக பயன்படுத்தலாம் (அளவுகள் அச்சிடப்பட்ட ஒருதாள் இருந்ததென்றால் அதையும் பயன்படுத்தலாம்). ஊசித்துளை மற்றும் திரைக்கு இடையேயான தொலைவை ℓ எனக் கொள்ளலாம். ℓ -ஐ அளவிடுவதற்கு இந்த அளவுகோல் பயன்படும். ஊசித்துளை கேமரா இப்போது தயார்!



படம் 5: கேமராவைத் தொகுப்பது

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 the Homi Bhabha Centre for Science Education building, Figure 6(a), when viewed through the pinhole is shown in Figure 6(b).

Figure 6(a) *Object*

Figure 6(b) *Image in pinhole camera*

Q1. What has changed from the object to the image? Can you describe the changes and think of reasons?

8_enPages_for_TamilBook.indd 25 02/08/22 11:26 PM

v. பிம்பத்தைப் பார்ப்பதற்கு, பொருளை நோக்கியவாறு ஊசித்துளையை வையுங்கள். பின்னர், திரையில் பொருளின் (பொருளின் மேல் வெளிச்சம் நிறைய படவேண்டும்) தெளிவான பிம்பம் தெரியும் வரையில் திரைக்கும் ஊசித்துளைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவை சரிசெய்யுங்கள். ஹோமி பாபா அறிவியல் கல்வி மையத்தின் கட்டடத்தை (படம் 6(a)), ஊசித்துளையின் மூலம் பார்த்தபடி எடுக்கப்பட்ட படம் 6(b)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

படம் 6(a): பொருள்

படம் 6(b): ஊசித்துளை கேமராவில் எடுக்கப்பட்டது

கே.1. பொருளுக்கும் பிம்பத்துக்கும் இடையே ஏதேனும் மாற்றம் உள்ளதா? என்ன மாற்றங்கள் உள்ளன? இம்மாற்றங்களை விவரித்து அதற்கான காரணங்களை யோசித்துக் கூறமுடியுமா?

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Q2. What happens to the image:

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

_ _

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.

ii. if you increase the distance between the pinhole and the screen?

_ _

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.

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

_ _

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.

Q3. Now explore what happens if the pinhole size is smaller and larger respectively. First, make some guess 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.]

_ _

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 26 02/08/22 11:26 PM

கே.2. பின்வரும் செயல்பாடுகளால் பிம்பத்துக்கு என்னவாகும்:

i. பொருளைவிட்டு தொலைவாக ஊசித்துளையை நகர்த்திச் சென்றால் என்னவாகும்? இவ்வாறு நகர்த்தும்போது, ஊசித்துளை கேமராவின் அமைப்பை மாற்றாமல் இருக்கவேண்டும். இதற்கு முன்னும் பின்னும் பார்வைக் களம் எவ்வாறிருந்தது, பிம்பத்தின் அளவு போன்றவற்றின் அடிப்படையில் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கலாம்.

_ _

மாணவர்கள் ஆராய்வதற்கான செயல்பாட்டாக இது இருக்கும். திரைக்கும் ஊசித்துளைக்கும் இடையே உள்ள தொலைவை மாற்றாமல் வைத்துக்கொண்டு, பொருளிலிருந்து பின்நகர்ந்தால் பிம்பத்தின் அளவு குறையவேண்டும், மற்றும் பார்வைக்களம் விரிவாகும். மாணவர்கள் இம்மாற்றங்களைக் குறித்துக் கலந்துரையாடவில்லையென்றால், பார்வைக்களம் மற்றும் பிம்ப அளவு போன்றவற்றின் அடிப்படையில் பிம்பத்தைப் பார்க்க அவர்களை ஊக்குவிக்கலாம்.

ii. ஊசித்துளைக்கும் திரைக்கும் இடையேயான தொலைவை அதிகரித்தால் பிம்பத்துக்கு என்னவாகும்?

_ _

IT-ஐ நகர்த்துவதன் மூலம் தொலைவை அதிகரிக்கலாம். இந்தத் தொலைவு அதிகரிக்கும்போது, பிம்ப அளவு அதிகரிக்கும். மாணவர்கள் இதனை உற்றுக்கவனித்தால், பின்னர் செயல் 3ஐ புரிந்துகொள்ள உதவியாக இருக்கும்.

iii. பொருளின் மேல் படும் ஒளி (வெளிச்சம்) மாறினால், அல்லது குறைவான ஒளியைக் கொண்ட வேறொரு பொருளை நீங்கள் பார்க்கும்போது பிம்பத்துக்கு என்னவாகும்?

_ _

பிம்பத்தைப் பார்ப்பதற்கு, ஒருபொருளின் மேல் படும் ஒளி மிகமுக்கியமான காரணியாகும். மாணவர்கள் இதைப் புரிந்துகொள்வது மிக அவசியம். நன்றாக ஒளிபெறாத ஒருபொருளின் பிம்பத்தைப் பார்க்க இயலாமல் போகலாம்.

கே.3. இப்போது, ஊசித்துளையின் அளவு பெரிதாகவும் சிறியதாகவும் இருந்தால், முறையே என்ன நடக்கும் என்பதை ஆராயுங்கள். முதலில், ஊசித்துளையில் உள்ள வேறுபாடு எவ்வாறு பிம்பத்தை பாதிக்கும் என்பதை ஊகியுங்கள் [வெவ்வேறு குழுக்களும் அவரவர்களின் ஊசித்துளை கேமராக்களைப் (ஊசித்துளையின் அளவு மாறுபடலாம்) பயன்படுத்தி ஒரே பொருளை உற்றுநோக்கி ஒப்பிட்டுப்பார்க்கலாம்].

_ _

_ _

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

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

A possible starting discussion: If time permits, the 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.

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

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

OR

B) Light from the object reaches our eyes?

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

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.

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.

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.

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.

8_enPages_for_TamilBook.indd 27 02/08/22 11:26 PM

செயல் 2: செயல் 1ல் நடக்கும் பிம்ப உருவாக்கத்தை விளக்க ஒரு மாதிரியமைப்பை உருவாக்குவது

செயல் 1ல் நாம் உற்றுக்கவனித்த பிம்ப உருவாக்கத்தை விளக்க ஒரு வடிவியல் மாதிரியமைப்பை உருவாக்குவதுதான் இங்கு நம்முடைய இலக்காகும்.

நிகழ்த்தக்கூடிய ஒரு தொடக்க கலந்துரையாடல்: நேரம் உள்ளதென்றால், பின்வரும் இரண்டு கேள்விகளுடன் பிம்ப உருவாக்கம் குறித்தக் கலந்துரையாடலை ஆசிரியர் தொடங்கலாம். இக்கேள்விகளின் மூலம், மாணவர்களுக்கு ஒளியின் தன்மையைக் குறித்து இருக்கும் ஆழமான மாற்று எண்ணங்களை வெளிப்படச் செய்வதற்கும், ஊசித்துளை கேமராவின் ஒளியியலை புரிந்துகொள்ளவும் உதவியாக இருக்கும்.

கே.1. ஒரு பொருளை நாம் கண்ணால் பார்க்கும்போது என்ன நடக்கிறது என்று நீங்கள் நினைக்கிறீர்கள்? இதை உங்களால் விளக்க முடியுமா?

A) நம்முடைய கண்களிலிருந்து ஒளி புறப்பட்டு பொருளின் மேல் விழுகிறதா?

(அல்லது)

B) பொருளிலிருந்து ஒளி புறப்பட்டு நம்முடைய கண்களை அடைகிறதா?

கே.2. மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சாத்தியங்களில் எவை ஊசித்துளை கேமராவில் நீங்கள் உற்றுநோக்கியதற்குப் பொருந்துவதாக உள்ளது?

வரலாற்றில், கடந்த நூற்றாண்டுகளில், பல மெய்யியலாளர்கள் மற்றும் அறிவியலாளர்கள் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கேள்விக்குப் பதிலை ஆராய்வதன் மூலம் ஒளியைப் புரிந்துகொள்ள முயிற்சித்தார்கள். ஒளி உமிழ்வு கோட்பாடு (Extramission Theory of Light) என்றறியப்பட்ட முதல் விளக்கம் பல அறிவியலாளர்களால் கருதப்பட்டது. பெருமளவிலான மாணவர்கள் இன்னாளிலும் இந்தக் கருத்தை தங்கள் மனதில் கொண்டுள்ளார்கள் என்று, பல நாடுகளில் நடத்தப்பட்ட சமீபத்திய ஆய்வுகள் காட்டுகிறது. நம்முடைய கண்களில் ஒளி தெரிவதால் நாம் காண்கிறோம் என்ற வாய்மொழி ரீதியான உணர்தலுடன் இந்த விளக்கம் ஒத்துப்போகிறது. மேலும், இது உள்ளுணர்வை கவர்வதாக இருக்கிறது.

இரண்டாம் விளக்கம் ஒளி ஊடுருவல் கோட்பாடு (Intromission theory of light) என்றறியப்படுகிறது. முதன்மை ஒளிமூலம் ஏதுமில்லையெனில், நம்முடைய கண்களால் பார்க்கமுடியாது என்ற ஆதாரத்தினால் இது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

உமிழ்வு கோட்பாட்டிற்கு எதிரான முக்கியமான ஆதாரத்தை ஊசித்துளை கேமரா அளிக்கிறது. ஊசித்துளை கேமரா குழாயின் உள்ளே நாம் பார்க்கும்போது, திரை ஒளிமயமாக இருக்கிறது ஆனால் ஓரங்கள் மிகுந்த இருட்டாக உள்ளன. உமிழ்வு கோட்பாட்டின்படி நம்முடைய கண்களில் இருந்து ஒளி புறப்படுகின்றது என்றால், குழாயின் வெளியே உள்ள வெளிச்சத்துக்கு இணையாக அதன் உள்ளேயும் வெளிச்சமாக இருக்கவேண்டும். இரண்டாவதாக, ஊசித்துளையை அடைத்தோமானால் திரையில் பிம்பம் தெரிவதேயில்லை. இந்த உற்றுநோக்கலும் உமிழ்வு கோட்பாட்டுக்கு எதிராக இருக்கிறது.

ஒளிவிலகல் எண் மாறிலியாக இருக்கும் ஓர் ஊடகத்தில் ஒளி செல்லும்போது, அது நேர்கோட்டில் செல்லும் என்பது பல ஆண்டுகாலமாக நாம் சிந்தித்து அடைந்த புரிதலாகும். எனவே, ஒளியின் பாதையை ”ஒருகதிரால்” குறிக்கிறோம். உங்களுடைய அறிவியல் புத்தகத்தில் கதிர் வரைபடங்களைப் பார்த்திருப்பீர்கள்.

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).

Q1. Let us try to draw a ray diagram to represent the image formation obtained in task 1. One ray TP starting from the top of 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?

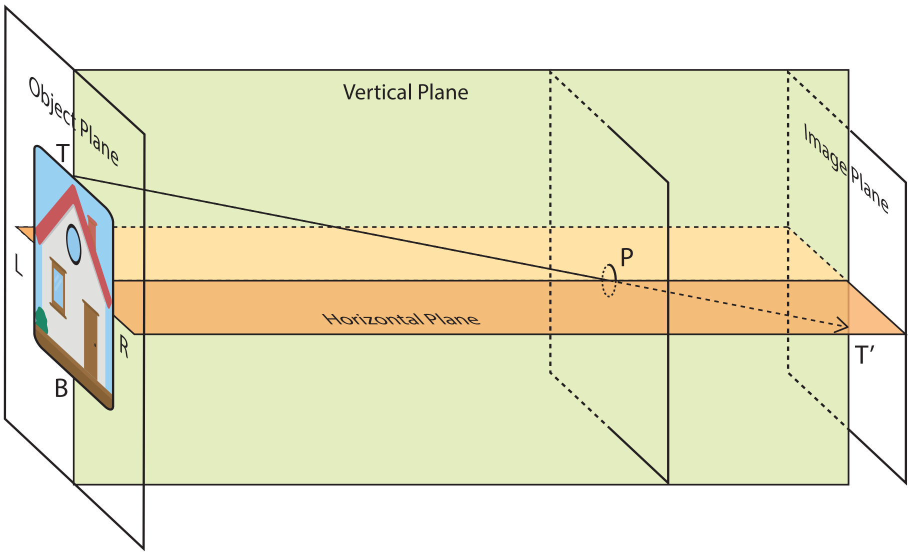
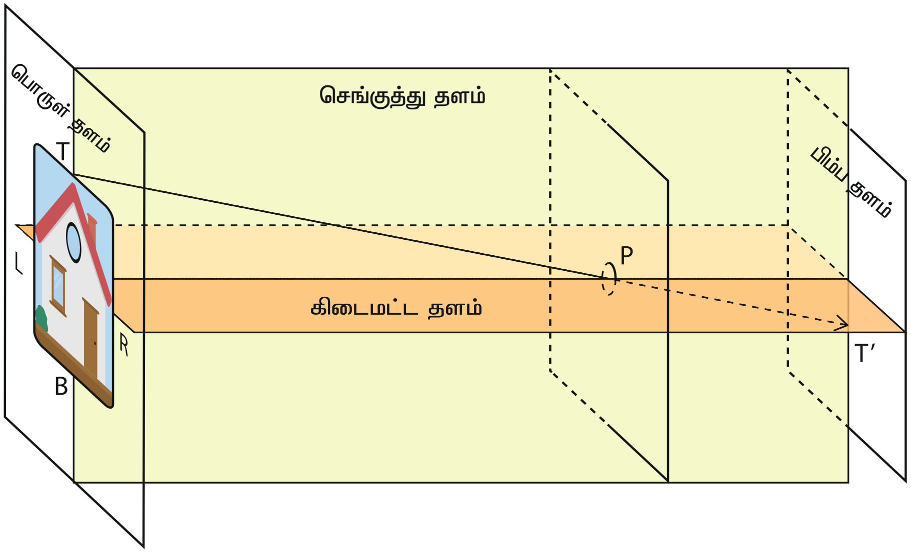


Figure 7 *Draw rays originating from the object and falling on screen*

8_enPages_for_TamilBook.indd 28 02/08/22 11:26 PM

ஊடகம் முழுவதும் ஒரேசீராக இருந்தால் மட்டுமே ஒளி நேர்கோட்டில் செல்லும் என்பதை குறித்து உயர்வகுப்புகளில் கலந்துரையாடப்படும் என்றாலும், அதை நினைவில் கொண்டிருப்பது அவசியமாகும் (ஒருவேளை இது குறித்து கலந்துரையாட நேர்ந்தால்). ஒளிப்பாதை வளைதலை இரண்டு நிலைமைகளில் காணலாம். முதலாவதாக, ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணில் வேறுபாடுகள் இருக்கும்போது இது நிகழும் (குளிர்ந்த காற்றிலிருந்து வெப்பமான காற்றுக்கு ஒளி செல்லும்போது ஊடகத்தின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாற்றம், எ.க. வெப்பமான நாட்களில் காணப்படும் கானல் நீர்). இரண்டாவதாக, தடங்கல் அல்லது மெல்லிய பிளவையை (thin slit) ஒளி எதிர்கொள்ளும்போதும் இது நிகழும் (விளிம்பு விளைவு (Diffraction) நேரிடும், எ.க. மரங்களுக்குப் பின்னால் சூரியஒளி விளிம்பு விளைவு நிகழ்வது).

கே.1. செயல் 1ல் கிடைத்த பிம்ப உருவாக்கத்தை குறித்துக்காட்ட ஒரு கதிர் வரைபடத்தை வரைய முயற்சிப்போம். TP என்ற ஒளிக்கதிர் பொருளிலிருந்து புறப்பட்டு, ஊசித்துளை P-ஐ நோக்கி நேர்கோட்டில் சென்று, புள்ளி T'-யில் திரையைச் சந்திக்கும். இது, படம் 7ல் ஏற்கனவே வரைந்து காட்டப்பட்டுள்ளது. TPT' போன்றே இருக்கும் மூன்று ஒளிக்கதிர்களை, படத்தில் உள்ள பொருளின் வெவ்வேறு புள்ளிகளிலிருந்து, உங்களால் வரையமுடியுமா?



படம் 7: பொருளிலிருந்து தோன்றி திரையில் விழும் ஒளிக்கதிர்களை வரையுங்கள்

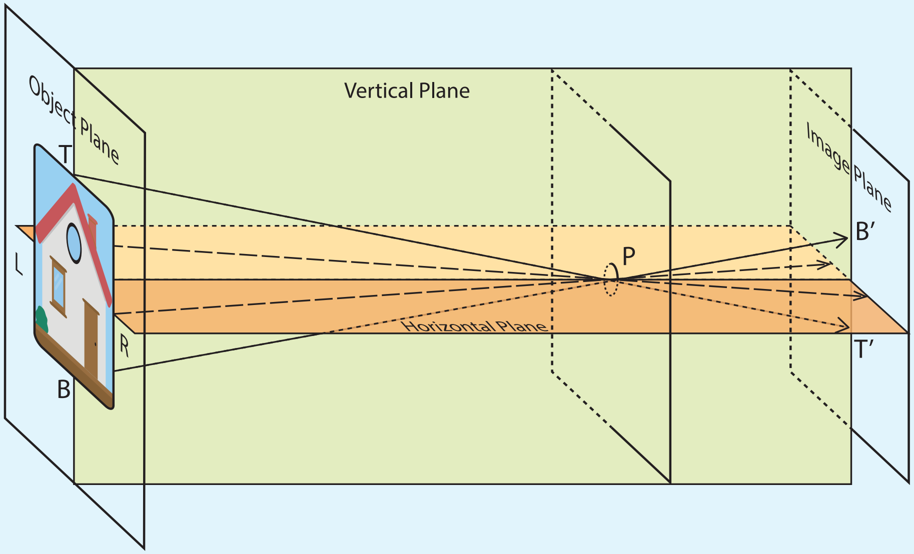


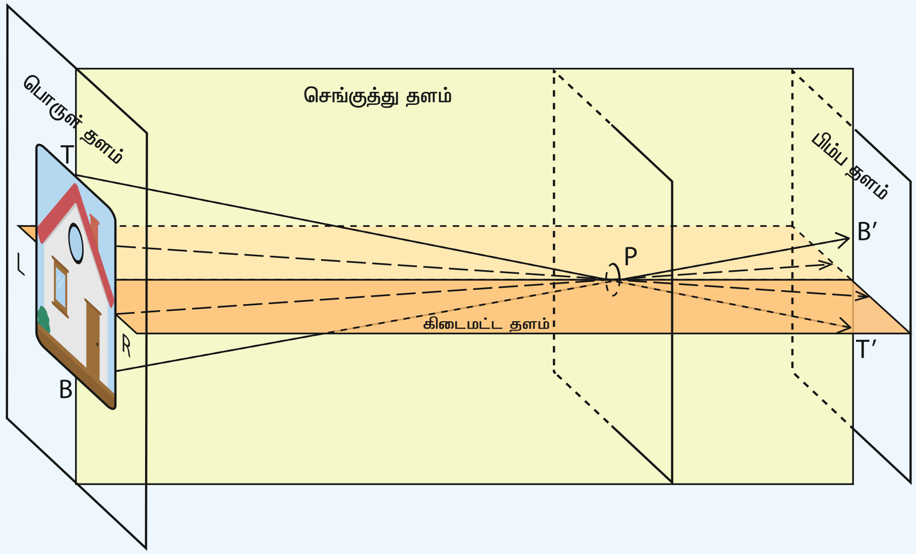
Figure T7 *By drawing the rays in figure 7, students may be able to predict that the image will be vertically and laterally inverted.*

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?

_ _

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 29 02/08/22 11:26 PM



படம் 7T: ஒளிக்கதிர்களை வரைவதன் மூலம், பிம்பம் செங்குத்தாகவும் பக்கவாட்டிலும் தலைகீழாக இருக்கும் என்பதை மாணவர்களால் ஊகிக்கமுடிகிறதா என்று பாருங்கள்

கே.2a. படம் 8ஐ பாருங்கள். அதிலுள்ள, ஒளிக்கதிர் ZPZ'-ஐ எடுத்துக்கொள்ளுங்கள். பொருளில் உள்ள பச்சை நிறப் புள்ளியான Z-லிருந்து கதிர் புறப்படுகின்றது. Q-வில் பழுப்பு நிறப் புள்ளி இருக்கின்றது. பிம்ப தளத்திலுள்ள Z'-இல் என்ன தெரியும் என்று நினைக்கிறீர்கள்? பச்சை நிறப் புள்ளியா அல்லது பழுப்பு நிறப் புள்ளியா? அதேபோல, QPQ' என்று இன்னொரு கதிர் உள்ளது என்று எடுத்துக்கொள்வோம். பிம்ப தளத்திலுள்ள Q'-இல் நீங்கள் என்ன காண்பீர்கள்?

_ _

_ _

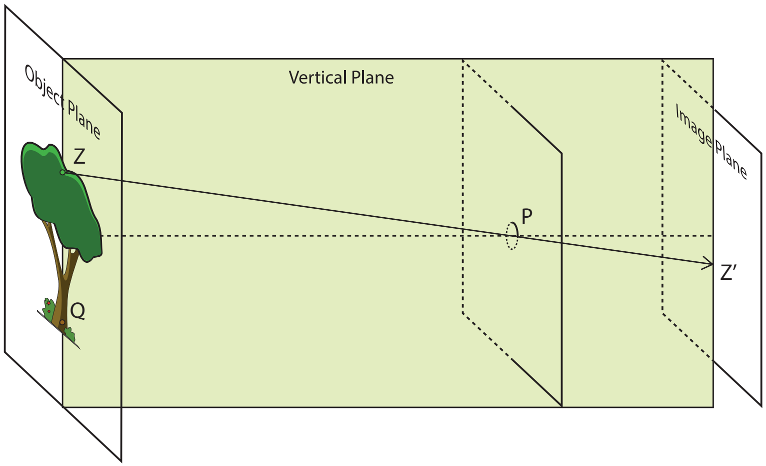


Figure 8 *By drawing rays originating from the object, predict where green and brown points would be observed on the screen (image plane).*

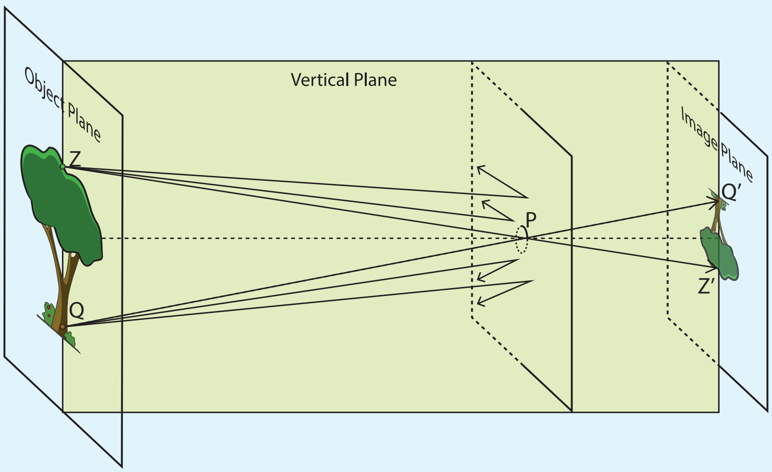
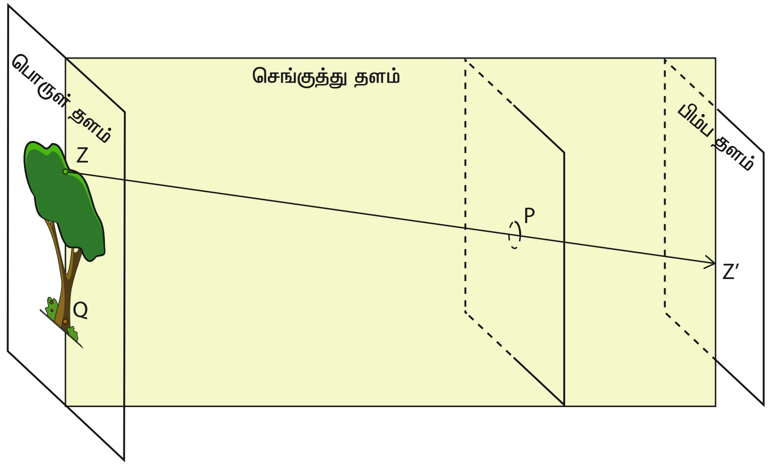
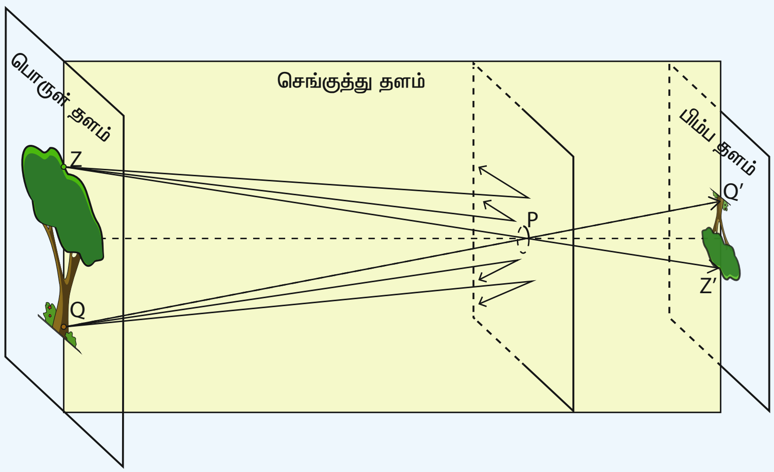


Figure T8 *Ray diagram that can help predict location of various colour points on the screen.*



படம் 8: பொருளிலிருந்து தொடங்கும் ஒளிக்கதிர்களை வரைவதன் மூலம், பச்சை மற்றும் பழுப்பு நிறப் புள்ளிகளை திரையில் (பிம்ப தளம்) எங்கு பார்க்கமுடியும் என்பதை ஊகியுங்கள்



படம் 8T: திரையிலுள்ள வெவ்வேறு நிறப் புள்ளிகளை ஊகிக்க உதவும் கதிர் வரைபடம்

Q2b. Do you think there is a relation between the points on the object and the image plane? Discuss.

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.

Q2c. Referring to figure 8, can you explain the orientation of the image observed?

_ _

Q2d. What should be 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.

_ _

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 travelling in straight path".

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?

_ _

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?

_ _

8_enPages_for_TamilBook.indd 31 02/08/22 11:26 PM

கே2b. பிம்ப தளம் மற்றும் பொருளில் இருக்கும் புள்ளிகளுக்கு இடையே தொடர்பு உள்ளது என்று நினைக்கிறீர்களா?கலந்துரையாடுங்கள்.

பிம்ப தளம் மற்றும் பொருள் தளத்திலுள்ள புள்ளிகளுக்கு இடையே ஒன்றுக்கு ஒன்றான பொருத்தம் உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, பொருள் தளத்தில் உள்ள Z பிம்ப தளத்தில் உள்ள Z' உடன் பொருந்தும். அதேபோல, பொருள் தளத்தில் உள்ள Q பிம்ப தளத்தில் உள்ள Q' உடன் பொருந்தும். இந்தக் கருத்தைப் புரிந்துகொள்வது மாணவர்களுக்கு எளிதாக இருக்காது என்பதை நினைவில் கொள்ளுங்கள். உற்றுநோக்கியவற்றைக் குறித்து சிந்திப்பதற்கும், அவர்களுக்குள் கலந்துரையாடுவதற்கும் சிறிது நேரம் தேவைப்படும்.

கே.2c. படம் 8ஐ பார்த்து, அதில் தெரியும் பிம்பத்தின் திசையமைப்பை (orientation) உங்களால் விளக்க முடியுமா?

_ _

கே.2d. பொருளின் அதே திசையமைப்பை பிம்பமும் கொண்டிருக்கவேண்டும் என்றால் ஒளியின் பாதை எவ்வாறு இருக்கவேண்டும்? நீங்கள் அல்லது உங்களின் நண்பர்கள் தயாரித்த ஊசித்துளை கேமராக்கள் எதிலாவது இவ்வாறான ஒன்றை பார்க்க முடிகிறதா என்பதை சோதியுங்கள்.

_ _

மாணவர்களிடம் பிம்பத்தின் திசையமைப்பைக் குறித்து கேள்வி கேளுங்கள். பொருளின் அதே திசையமைப்பை பிம்பம் கொண்டிருக்க வேண்டும் என்றால், ஒளி வளையவேண்டும் அல்லது வளைந்த பாதையில் செல்ல வேண்டும். இவ்வாறு ஒருபோதும் நிகழ்வதில்லை. ஆதலால், "ஒளி நேர்கோட்டில் செல்வதற்கான" எளிமையான "ஆதாரத்தை" வழங்கும் ஒளியியல் கருவியாக ஊசித்துளை கேமரா உள்ளது.

கே3. முந்தைய கேள்வியில் ஒளியின் பாதையைக் குறித்து கலந்துரையாடி, தெரிந்து கொண்டபின், இப்போது படம் 8ஐ பாருங்கள். பொருளின் ஒரே புள்ளியிலிருந்து இரண்டு கதிர்கள் புறப்படுமாறு வரையுங்கள். அவை ஊசித்துளைக்குள் நுழையவில்லை. மாறாக, அதை சுற்றியுள்ள மேற்பரப்பில் (தடுப்புப் பரப்பாக இது செயல்படும்) விழுகின்றன. இந்தக் கதிர்கள் எங்கு செல்லும்?

_ _

கே4. இந்தத் தடுப்புப் பரப்பை எடுத்துவிட்டோமென்றால், இந்தக் கதிர்கள் எங்கே செல்லும்? திரையின் பிம்பத்தில் இந்தக் கதிர்களின் விளைவுகள் என்னவாக இருக்கும்?

_ _

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.

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?

_ _

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.

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

Q6. To get a clear image, why do you think object should be well-illuminated?

_ _

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.

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?

_ _

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, instructor 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 do not need to be familiar with diffraction at this stage, it is a good place to spark students' curiosity about other optical phenomena.

8_enPages_for_TamilBook.indd 32 02/08/22 11:26 PM

பழுப்பு நிறப் பகுதியிலிருந்து புறப்படும் சில கதிர்கள் பச்சை நிறப் பகுதியில் இருந்து வரும் கதிர்களை சந்திக்கும். ஆதலால், பல பிம்பங்கள் இணைந்து, இறுதிபிம்பத்தை மங்கலாக்கும் (மற்றும் மேலும் வெண்மையாக்கும்).

கே5. ஊசித்துளையின் அளவு மிகப்பெரிதாக இருந்தால், பிம்பத்துக்கு என்னவாகும் என்று நினைக்கிறீர்கள்? உங்களுடைய பதில் செயல் 1ல் உற்றுநோக்கியவற்றுடன் ஒத்துப்போகிறதா?

_ _

ஊசித்துளையின் அளவு பெரிதாக இருக்கும் பட்சத்தில், பொருளின் ஒரே புள்ளியிலிருந்து புறப்படும் அதிக அளவிலான கதிர்கள் வெவ்வேறு கோணங்களில் துளைக்குள் நுழையும். இதனால், வெவ்வேறு இடங்களில் பிம்பங்களை உருவாக்கி இறுதிபிம்பத்தின் தெளிவை குறைத்திடும்.

கலந்துரையாடுவதற்கு கூடுதலான கேள்விகள்: பிம்ப உருவாக்கத்துக்கான மேற்கண்ட மாதிரியமைப்பு/சித்தரிப்பின் அடிப்படையில் பின்வரும் கேள்விகளுக்குப் பதிலளியுங்கள்:

கே6. தெளிவான பிம்பத்தைப் பெற, பொருளின் மேல் ஒளி ஏன் நன்கு விழ வேண்டும் என்று நினைக்கிறீர்கள்?

_ _

பொருளிலிருந்து புறப்படும் ஒளியின் தீவிரம் குறைவாக இருந்தால், திரையில் மிகவும் மங்கலான பிம்பம்தான் உருவாகும். இது பார்ப்பதற்கு கடினமாக இருக்கக்கூடும்.

கே7. ஊசித்துளையின் அளவு மிகக்குறைவாக இருந்தால், பிம்பத்துக்கு என்னவாகும் என்று நினைக்கிறீர்கள்? உங்களுடைய பதில் செயல் 1ல் உற்றுநோக்கியவற்றுடன் ஒத்துப்போகிறதா?

_ _

ஊசித்துளையின் அளவு மிகச்சிறியதாக இருக்கும் பட்சத்தில், மிகக்குறைவான ஒளி அதனுள் நுழைந்து மங்கலான பிம்பத்தை உருவாக்கும். இதைக் காண்பது கடினமாக இருக்கும். நன்றாக ஒளிபெறும் பொருளுக்கு (அல்லது நல்ல சூரிய வெளிச்சத்தில் அது இருக்கும்போது) இது ஒரு குறைபாடாக இல்லாமல் தெளிவான பிம்பத்தை விளைவிக்கும். இந்தத் தருணத்தில், ஊசித்துளையின் விளிம்புகளில் ஒளியின் விளிம்புவிளைவை (ஒளி வளைதல்) ஆசிரியர் குறிப்பிடலாம். துளையின் அளவு மிகமிகச்சிறியதாக இருக்குமானால், குறிப்பிடத்தக்க அளவில் விளிம்பு வளைதல் இருப்பதால் பிம்பம் தெளிவில்லாமல் இருக்கும். இந்த நிலையில் விளிம்பு விளைவு குறித்து மாணவர்கள் தெரிந்திருக்க வேண்டியதில்லை என்றாலும், பிற ஒளியியல் கோட்பாடுகளின் மேல் அவர்களின் ஆர்வத்தைத் தூண்டுவதற்கு இது சரியான தருணமாக இருக்கும்.

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 the 19th century, the pinhole camera 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.

Task 3: Measuring the height of a very tall object

Pilot (Ideal scenario)

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

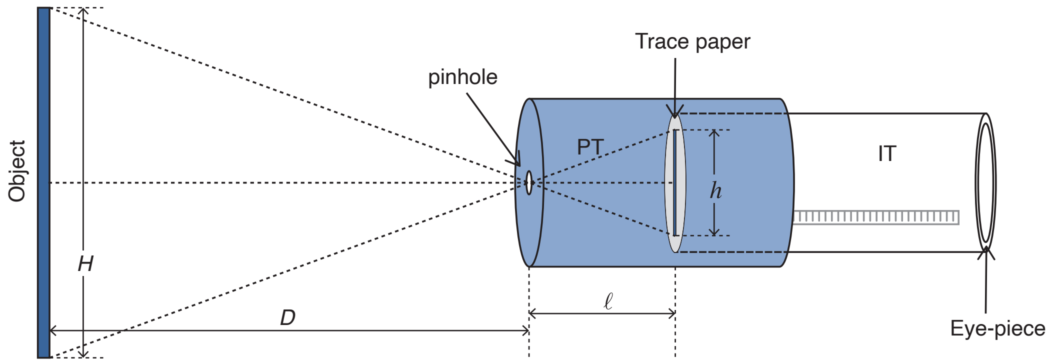


Figure 9 *Schematic diagram of pinhole camera*

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.

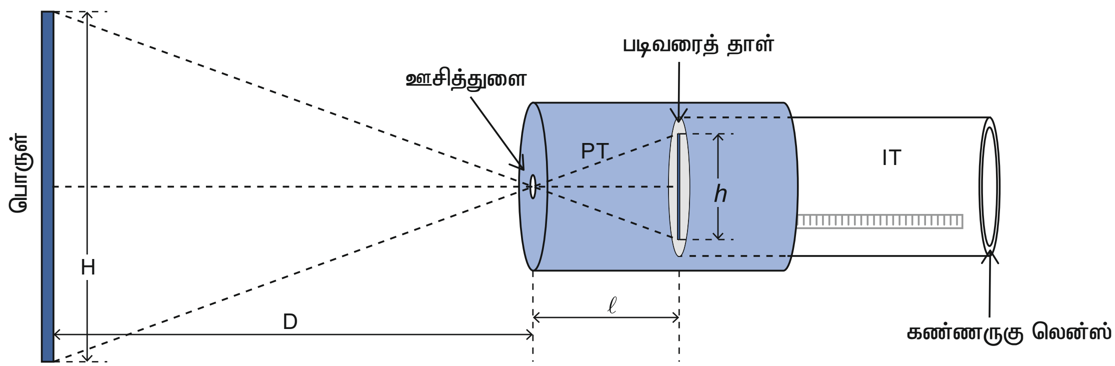
8_enPages_for_TamilBook.indd 33 02/08/22 11:26 PM

ஊசித்துளை கேமராவின் செயல்பாட்டுக் கொள்கை, லென்ஸ்களைக் கொண்ட கேமராக்களிலிருந்து வேறுபடும் (மற்றும் எளிதானது) என்பதை குறித்து சிந்திப்பது இங்கு பயனுள்ளதாக இருக்கும். லென்ஸுகளைப் போல் இல்லாமல், இந்த கேமராக்களின் துளை ஒளியை திரையில் குவியப்படுத்தப்படுவது இல்லை. இதில், துளையைச் சுற்றியுள்ள ஒளிபுகா பொருள் (காகிதம்/மென்தகடு) தன் மேல் பல புள்ளிகளில் விழும் ஒளி கடத்தப்படுவதைத் தடுக்கிறது. எனவே, பல பிம்பங்கள் (அவை பிம்பத்திலிருந்து தனித்து அமைந்திருக்கும்) உருவாவதையும் இது தடுக்கிறது. ஆதலால், ஒரே ஒரு பிம்பத்தை மட்டும் தெளிவாக நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். ஊசித்துளையின் அளவை அதிகரித்தால், திரையில் தெரியும் பிம்பம் மங்கலாகும். மைய பிம்பத்தைச் சுற்றி பல பிம்பங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று அமைவதால் இவ்வாறு நடக்கிறது (மேலும், ஊசித்துளையின் அளவு அதிகரிக்க திரையில்படும் வெளிச்சமும் அதிகரிக்கும். அதிக ஒளி விழுவதை இது குறிக்கிறது). 18ஆம் நூற்றாண்டுக்கு முன்பு, இது கேமரா அப்ஸ்குரா (Camera Obscura) என்றழைக்கப்பட்டது. நுழையும் பெரும்பாலான ஒளியைத் தடுப்பதால் (இருட்டறையை விளைவிக்கும்) இந்தப் பெயரைப் பெற்றது. அதே வேளையில், பெருமளவில் ஒளியைச் சேகரிப்பதற்கும் குறைந்தபட்சப் பக்கவாட்டு இடமாற்றத்துடன் பல பிம்பங்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்று குவியச்செய்வதற்கும், பிற ஒளியியல் கருவிகளில் (கேமரா லூசிடா, நுண்ணோக்கி, அல்லது தொலைநோக்கி போன்றவை) லென்ஸ்கள் பொருத்தப்பட்டு இருந்தன.

செயல் 3: மிக உயரமான பொருளின் உயரத்தை அளவிடுதல்

முன்னோட்டம் (கருத்தியல் சூழல்)

ஊசித்துளை கேமராவில் நிகழும் பிம்ப உருவாக்கத்துக்கான வரைபடம் கீழுள்ள படம் 9ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 9 : ஊசித்துளை கேமராவின் சித்தரிப்பு வரைபடம்

திரையில் பிம்பத்தின் அளவு (h), ஊசித்துளைக்கும் பொருளுக்கும் உள்ள தொலைவு (D), மற்றும் ஊசித்துளைக்கும் திரைக்கும் உள்ள தொலைவு (ℓ) என்ற மூன்று அளவுகளை நீங்கள் அளவிட வேண்டும்.

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, $H/D = h/\ell$. Rearranging we get $H = hD/\ell$

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.

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.

Working (real) example

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.

Obtain clear inverted image for multiple values of D. Tabulate your reading of D, ℓ and h below:

D (cm)	ℓ (cm)	h (cm)	$H = hD/\ell$ (cm)

Table 1

Average height of the object, (Mean) H = _______________

Q1. Can you estimate the height of the object by any other methods? Compare it with the answer you obtained using pinhole camera?

____

8_enPages_for_TamilBook.indd 34 02/08/22 11:26 PM

D, ℓ, மற்றும் h-ஐ தெரிந்துகொண்ட பிறகு, பின்வரும் கருத்துக்களின் அடிப்படையில் பொருளின் உயரம் H-ஐ நீங்கள் கண்டுபிடிக்கலாம். படம் 9ல் ஊசித்துளையில் ஒரே முனையைக் கொண்ட இரண்டு முக்கோணங்களை எடுத்துகொள்ளுங்கள். அவை வடிவொத்த முக்கோணங்கள் என்பதால், $H/D = h/\ell$. இதை மாற்றியமைத்தால் நமக்கு கிடைப்பது $H = hD/\ell$

இந்தத் தருணத்தில் சூத்திரத்தை நிறுவாமல், அதை நேரடியாக நீங்கள் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், சூத்திரம் எவ்வாறு நிறுவப்படுகிறது என்பதை கற்றுக்கொள்ள வடிவொத்த முக்கோணங்களின் பண்புகளை நீங்கள் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

> மேற்கூறப்பட்ட சூழல் கருத்தியல் கண்ணோட்டத்தில் அமைந்தது. இது நடைமுறை சூழலுக்கு சரியாக பொருந்தாமல் போகலாம். மேலே கொடுக்கப்பட்ட கொணர்வில் (derivation), பொருளின் உயரத்துக்கு பாதியில் ஊசித்துளை அமைந்திருப்பதாக எடுத்துகொள்ளப்பட்டுள்ளது. மேலும், பொருள் தளத்துக்கு இணையாக திரை இருப்பதாகவும் எடுத்துகொள்ளப்பட்டுள்ளது. பல சூழல்களில், எடுத்துக்காட்டாக தரையில் நின்று கொண்டு ஒரு கட்டடத்தை நீங்கள் பார்க்கும்போது, கிட்டதட்ட பொருளின் அடித்தளத்துக்கு அருகில் ஊசித்துளை அமைந்திருக்கும். இந்தச் சமயத்தில், கொணர்வு சற்று மாறுபடும். என்றாலும், வடிவொத்த முக்கோணங்களின் பண்புகளைப் பயன்படுத்தியும் பொருள் தளத்துக்கு இணையாக திரை இருக்கிறது என்று தோராயாப்படுத்திக் கொள்வதன் மூலமும், மேற்கொடுக்கப்பட்ட தொடர்பை கொணரலாம்/கொண்டு வரலாம். 8ம் வகுப்பு மாணவர்கள் வடிவொத்த முக்கோணங்களின் பண்புகளைப் படித்திருக்கமாட்டார்கள் என்பதால், இந்த கொணர்வை தவிர்த்திடலாம். ஆனால், இந்தக் கருத்துகளில் பரிச்சயம் பெற்றுள்ள உயர் வகுப்பு மாணவர்களிடம் இதை எடுத்துச் செல்லலாம்.

செயல்படும் (மெய்யான சூழல்) எடுத்துக்காட்டு

இப்போது, இந்தச் சூத்திரத்தை ஒரு மெய்யான சூழலில் பயன்படுத்தப்போகிறோம். தூரத்திலிருக்கும் கட்டடம் அல்லது மரம் போன்ற பொருளின் (நன்கு ஒளி பெறும்) பிம்பத்தை உங்களின் ஊசித்துளை கேமராவில் விழச்செய்யுங்கள். D-ஐ அளவை நாடா பயன்படுத்தியும், ℓ-ஐ உள்குழாயிலுள்ள அளவுகோலை வைத்தும், மற்றும் h-ஐ திரையில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் அளவுகளை வைத்தும் அளவிடுங்கள்.

D-ன் பல அளவுகளுக்கு தெளிவான தலைகீழ் பிம்பத்தைப் பெறுங்கள். D, l மற்றும் hற்கு நீங்கள் பெற்ற அளவுகளை அட்டவணையில் பதிவிடுங்கள்:

D (செ.மீ.)	ℓ (செ.மீ.)	h (செ.மீ.)	$H = hD/\ell$ (செ.மீ.)

அட்டவணை - 1

பொருளின் சராசரி உயரம், $H =$ _______________

கே.1. வேறேதும் வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்தி பொருளின் உயரத்தை மதிப்பீடு செய்ய முடியுமா? ஊசித்துளை கேமராவில் பெற்ற அளவுடன் அதனை ஒப்பிடுங்கள்.

____

Teachers should also try to get an 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.

Discuss

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?

_ _

Q3. What will happen to the image if you make the screen using a transparent plastic sheet instead of translucent sheet?

_ _

_ _

Suggested Readings

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

8_enPages_for_TamilBook.indd 35 02/08/22 11:26 PM

அதிகாரப்பூர்வமான தரவுகளிலிருந்து அல்லது பிற வழிமுறைகளைப் பயன்படுத்தியும் (அதாவது, கட்டடத்தின் ஒவ்வொரு தளத்தின் உயரத்தையும் தெரிந்து கொண்டு தளங்களின் எண்ணிக்கையுடன் அதை பெருக்குதல்) பொருளின் உயரத்தை மதிப்பீடு செய்ய ஆசிரியர்கள் முயற்சிக்க வேண்டும். ஊசித்துளை கேமராவில் பெற்ற அளவுடன் ஒப்பிடுவதற்கு இதை செய்யுங்கள்.

கலந்துரையாடுங்கள்

கே.2. திரையில் பிம்பம் பெரிதாகத் தெரியவேண்டும் என்றால், ஊசித்துளையைப் பொருளுக்கு அருகில் கொண்டு செல்லவேண்டுமா அல்லது தூரமாக கொண்டு செல்லவேண்டுமா?

கே.3. ஒளிகசியும் தகடுக்கு பதிலாக, ஒளிபுகக்கூடிய பிளாஸ்டிக் தகட்டைப் பயன்படுத்தி திரையை அமைத்தால் பிம்பத்துக்கு என்னவாகும்?

வாசிக்க பரிந்துரைக்கப்படுபவை

- ஊசித்துளை கேமராவின் சுருக்கமான வரலாறு மற்றும் கோட்பாடு: http://www.alternativephotography.com/pinhole-history/
- ஊசித்துளை கேமராக்களுக்கென அர்ப்பணிக்கப்பட்ட இணையதளம் (வரலாறு, கோட்பாடுகள், தொழில்நுட்ப விவரங்கள், போன்றவை): http://www.pinhole.cz/
- ஊசித்துளை கேமராவின் விரிவான வரலாறு மற்றும் அதன் கட்டமைப்பு இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ளன: https://jongrepstad.com/pinhole-photography/pinhole-photography-history-images-cameras-formulas/
- அசலான ஒளிப்படங்களை எடுப்பதற்கு ஊசித்துளை கேமராக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 2017ல், டி.எஸ்.எல்.ஆர் கேமராக்களுக்கு ஊசித்துளை லென்ஸ்கள் (ஒரு துளையைக் கொண்ட இணைப்பு, மேலும் கண்ணாடி இல்லாமல்) அறிமுகம் செய்யப்பட்டது. (https://www.digitaltrends.com/photography/pinhole-pro-kickstarter/ and https://thingyfy.com/story-lens/)

Title: Pinhole camera
Main Authors: Joseph Amalnathan, Praveen Pathak, Pranay Parte
Contributing Authors: K. K. Mashood, Tripti Bameta
Reviewers: Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal, Deepa Chari
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International

VIGYAN PRATIBHA
विज्ञान प्रतिभा

8_enPages_for_TamilBook.indd 36 02/08/22 11:26 PM

VIGYAN PRATIBHA
विज्ञान प्रतिभा

Title: Pinhole camera
Main Authors: Joseph Amalnathan, Praveen Pathak, Pranay Parte
Contributing Authors: K. K. Mashood, Tripti Bameta
Reviewers: Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal, Deepa Chari
Translators: Manikandan Sambasivam, Uthra Dorairajan
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International