LU 8.2 Pinhole camera
LU 8.2 પિનહોલ કેમેરો

Overview
પ્રસ્તાવના

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.

સામાન્ય રીતે શાળાના પાઠ્યપુસ્તકોમાં પિનહોલ ઇફેક્ટ(અસર) અને પિનહોલ કેમેરા વિશે સરસ પરિચય હોય છે. પિનહોલ એટલે સોય/ટાંકણી થી કરેલું અતિસૂક્ષ્મ છિદ્ર. આ શૈક્ષણિક એકમમાં, વિદ્યાર્થીઓ પહેલાં સરળતાથી ઉપલબ્ધ કેટલીક લેખનસામગ્રી (સ્ટેશનરી) નો ઉપયોગ કરીને પિનહોલ કેમેરો બનાવશે. ત્યારબાદ તેઓ પિનહોલ કેમેરાનો ઉપયોગ એક માપન ઉપકરણ તરીકે કેવી રીતે કરી શકાય, તેનું અન્વેષણ કરશે. તેઓ એ પણ સમજશે કે કોઈ લેન્સ (વસ્તુદર્શક કાચ) જેવા વધારાના ઉપકરણો નો ઉપયોગ કર્યા વિના તેઓ પિનહોલ કેમેરામાં પ્રતિબિંબ (છબી/ઇમેજ) નું અવલોકન કરી શકે છે.

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:

વિદ્યાર્થીઓ સાથે પિનહોલ કેમેરા ના પૂર્વઅનુભવ પર કેટલીક ચર્ચાઓ સાથે વર્ગની શરૂઆત કરો. ચર્ચા શરૂ કરવા માટે તમે તેમને નીચે આપેલા પ્રશ્નો પૂછી શકો:

- Have you ever made or seen a pinhole camera or read about it in textbooks?
- શું તમે ક્યારેય પિનહોલ કેમેરો બનાવ્યો છે કે જોયો છે અથવા પાઠ્યપુસ્તકોમાં તેના વિશે વાંચ્યું છે?
- Have you seen an image of a tree or a building in a pinhole camera? Can you describe the image?
- શું તમે પિનહોલ કેમેરા માં વૃક્ષ અથવા બિલ્ડિંગ (મકાન)નું પ્રતિબિંબ જોયું છે? શું તમે તે પ્રતિબિંબનું વર્ણન કરી શકો?
- 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?
- પિનહોલ કેમેરા સિવાય, તમે તમારી વિજ્ઞાન પ્રયોગશાળામાંની અને બહારની વસ્તુઓનું પ્રતિબિંબ મેળવવા માટે કયા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કર્યો છે? તે ઉપકરણોના ઘટકો (કંપોનંટ્સ) કયા છે?
- Do you think that this camera can be used as an instrument to measure size of these observed objects (trees or buildings)?
- શું તમને લાગે છે કે આ કેમેરાનો ઉપયોગ અવલોકન કરેલી વસ્તુઓ (વૃક્ષો અથવા મકાન)ના કદ માપવા માટે ના સાધન તરીકે થઈ શકે છે?
- Can you use pinhole camera to measure size of any large objects?
- શું તમે કોઈ મોટી વસ્તુનું કદ માપવા માટે પિનહોલ કેમેરાનો ઉપયોગ કરી શકો?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

Motivation for the Learning Unit
શૈક્ષણિક એકમ માટે પ્રેરણા

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.

પિનહોલ કેમેરો એ એક પ્રકાશીય ઉપકરણ (ઓપ્ટિકલ ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટ) છે જે બનાવવું સરળ છે અને તે પ્રકાશના કેટલાક ખૂબજ મહત્વપૂર્ણ ગુણધર્મો અને પ્રતિબિંબ નિર્માણ વિશેની સમજણ આપે છે. આ શૈક્ષણિક એકમમાં, વિદ્યાર્થીઓ એક પિનહોલ કૅમેરો બનાવશે જે લેન્સ જેવા કોઈપણ વધારાના ઉપકરણોનો ઉપયોગ કર્યા વિના, પ્રતિબિંબ મેળવવા ઉપરાંત વસ્તુઓના અંતર અથવા કદને માપે છે.

This unit consists of three tasks:
આ એકમમાં ત્રણ કાર્યો છે:

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;
1) નળાકાર આકારનો પિનહોલ કેમેરો બનાવવો અને કોઈ તેજસ્વી, મોટી વસ્તુની સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબના કાળજીપૂર્વક નિરીક્ષણ કરવું. અહીં, પ્રતિબિંબનું પાર્શ્વ વ્યુત્ક્રમ (લેટરલ ઇનવર્શન) અને લંબરૂપ વ્યુત્ક્રમ (વર્ટિકલ ઇનવર્શન) થાય છે, આવું વિદ્યાર્થીઓ શોધી શકશે તેની અપેક્ષા રાખવામાં આવે છે;

2) Constructing a theoretical explanation for the inverted image based on evidences gathered in task 1, and
2) કાર્ય 1 માં એકત્ર કરાયેલા પુરાવાઓના આધારે ઊંધા પ્રતિબિંબ માટે સૈદ્ધાંતિક તારણ બનાવવું, અને

3) Using the pinhole camera to measure the size of a building or any large object.
3) મકાન અથવા કોઈપણ મોટી વસ્તુનું કદ માપવા માટે પિનહોલ કેમેરાનો ઉપયોગ કરવો.

Minimum time required: Four sessions of 40 minutes each
ન્યૂનતમ સમય: 40 મિનિટના, 4 સત્રો

Type of Learning Unit: Classroom and field
શૈક્ષણિક એકમ નો પ્રકાર: વર્ગખંડ અને ક્ષેત્ર

Unit-specific objectives
એકમના વિશિષ્ટ હેતુઓ

- To design and understand the working and use of a pinhole camera
- એક પિનહોલ કેમેરો બનાવવો અને તે કેવી રીતે કામ કરે છે તથા તેના ઉપયોગને સમજવું
- To learn about scientific processes like model building, construction of explanation, and checking their validity
- મોડેલનું નિર્માણ, સમજૂતી ની રચના અને તેમની સત્યતા તપાસવી, વગેરે, જેવી વૈજ્ઞાનિક કાર્યપ્રણાલીઓ વિશેની જાણકારી મેળવવી
- 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
- પિનહોલ કેમેરામાં પ્રતિબિંબ નિર્માણની પ્રકાશીય ઘટનાને સમજવી , અને આપણી જે પ્રકાશના સ્વભાવની સૈદ્ધાંતિક

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

સમજણ છે તેના પર તેની અસર જોવી

- To learn a technique of measuring the size of a distant object
- દૂરની વસ્તુના કદને માપવાની રીત શીખવી

Links to curriculum
અભ્યાસક્રમ સાથેનું સંકલન

Class 6 Science, Chapter 11: Light, Shadows and Reflections **વર્ગ 6 વિજ્ઞાન, પ્રકરણ 11:** પ્રકાશ, પડછાયાઓ અને પ્રતિબિંબ	**Class 8 Science, Chapter 16:** Light **વર્ગ 8 વિજ્ઞાન, પ્રકરણ 16:** પ્રકાશ

Introduction
પરિચય

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.

પિનહોલ કેમેરા એ એક સરળ ઉપકરણ છે જે પ્રકાશને સોય/ટાંકણી થી કરેલા અતિસૂક્ષ્મ છિદ્રમાંથી પસાર થવા દે છે. આ છિદ્ર થી થોડા અંતરે પડદો (સ્ક્રીન, સમતલ સપાટી) મૂકીને, તમે પડદા પર પિનહોલની સામેની વસ્તુનું પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો. જો પડદો પાતળો અને અર્ધપારદર્શક હોય, તો પડદા ની બંને બાજુઓ પર પ્રતિબિંબ જોઈ શકાય છે. નીચે આકૃતિ 1 જુઓ.

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.

આ એકમમાં, તમે પિનહોલ કેમેરા બનાવશો અને એક માપન ઉપકરણ તરીકે તેનો ઉપયોગ કરશો. તમે એ પણ સમજી શકશો કે પિનહોલ દ્વારા પ્રતિબિંબ કેવી રીતે બને છે.

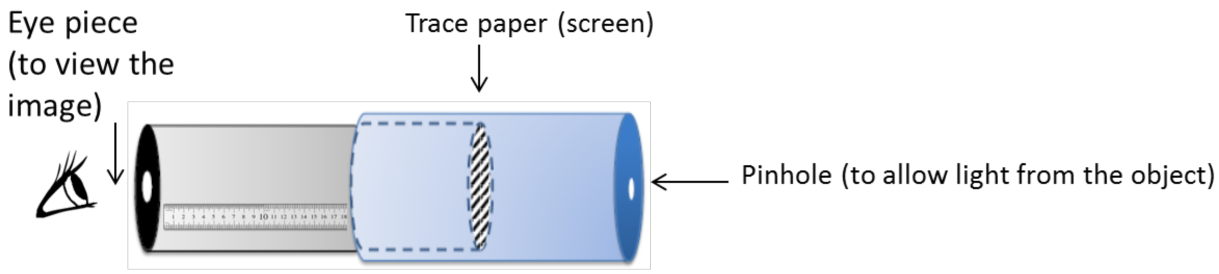

Figure 1: *Schematic of pinhole camera that also acts as a measuring device*
આકૃતિ 1: *પિનહોલ કેમેરાનું યોજનાકીય (સ્કીમેટિક) ચિત્ર કે જે માપન ઉપકરણ તરીકે પણ કાર્ય કરે છે*

Materials
સામગ્રી

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

કાળું ચાર્ટ પેપર, ટ્રેસીંગ પેપર/અર્ધપારદર્શક પ્લાસ્ટિક શીટ, આલેખ પત્ર (ગ્રાફ પેપર) અથવા કાગળ પર છપાયેલ

માપપટ્ટી (રૂલર), માપન ટેપ, કાતર, ગુંદર (એડહેસિવ), કટર, સેલો ટેપ, રસોડામાં વપરાતી એલ્યુમિનિયમ ફોઇલ.

Task 1: Making a pinhole camera
કાર્ય 1: પિનહોલ કેમેરો બનાવવો

This stage is one of making and the task is to come up with a working pinhole camera. Instructions for making are given below.
અહીં આપણે એક પિનહોલ કેમેરો બનાવવાનો છે. પિનહોલ કેમેરો બનાવવા માટેની સૂચનાઓ નીચે આપેલ છે.

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.
I) કાળા ચાર્ટ પેપરમાંથી એક લંબચોરસ ભાગ કાપો અને તેને વાળીને એક પોલો નળાકાર બનાવો. નળાકારનો વ્યાસ આશરે 3 સેમી અને ઊંચાઈ આશરે 25 સેમી હોવી જોઈએ. સેલો ટેપ અથવા રબર બેન્ડ વાપરી નળાકારની મજબુતાઈ સુનિશ્ચિત કરો.

Figure 2(a): *Rolling chart paper*
આકૃતિ 2(a): *ચાર્ટ પેપર ને વાળવું*

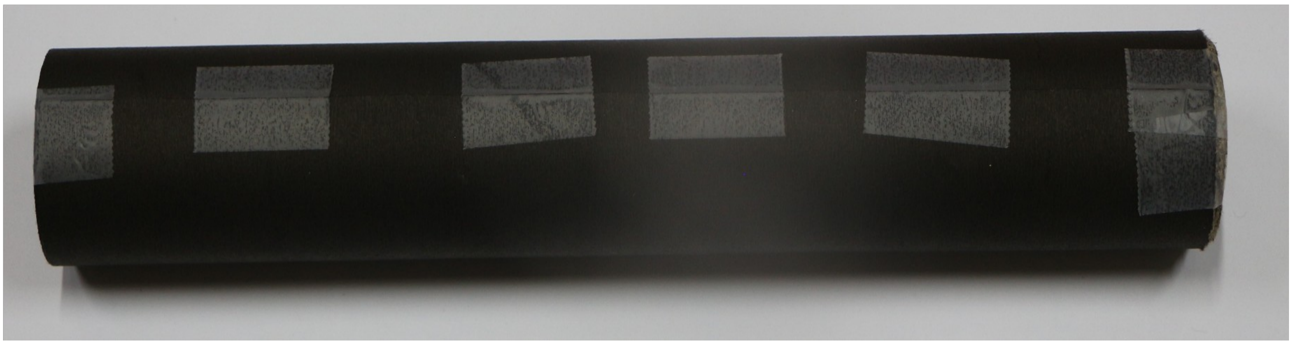

Figure 2(b): *Chart paper as pipe*
આકૃતિ 2(b): *ચાર્ટ પેપર માંથી વાળેલું નળાકાર*

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 aluminum foil or kitchen paper tissue are rolled.)
તમે નળાકારના વ્યાસ અને લંબાઈને પણ બદલી શકો. નાનો વ્યાસ પ્રતિબિંબની સ્પષ્ટતામાં વધારો કરશે. (કોઈ કાર્ડબોર્ડ ટ્યુબનો પણ ઉપયોગ કરી શકાય જેના પર એલ્યુમિનિયમ ફોઇલ અથવા કિચન ટિશ્યુ પેપર રોલ કરવામાં આવે છે.)

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.

II) નળાકારના બીજા છેડાને ટ્રેસિંગ પેપરની અર્ધપારદર્શક શીટ અથવા તેના જેવી સામગ્રીથી ઢાંકો. આ શીટ પડદા તરીકે કામ કરશે. આ નળાકારને ઇમેજ ટ્યુબ (IT) તરીકે ઓળખીએ. આકૃતિ 3 માં બતાવ્યા પ્રમાણે પડદા પર 5 મિમી ના અંતરે નિશાન બનાવો. આ નિશાનો કાર્ય 3 માં પડદા પર રચાયેલા પ્રતિબિંબનું કદ માપવામાં મદદ કરશે.

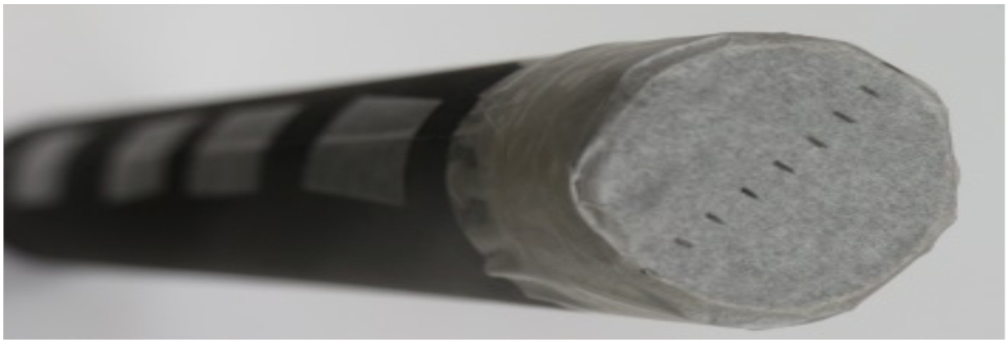

Figure 3: Markings on screen for measuring image size
આકૃતિ 3: *પ્રતિબિંબ નું કદ માપવા માટે પડદા પરના ચિહ્નો*

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)

III) અન્ય લંબચોરસ ચાર્ટ પેપરને નળાકારમાં વાળો જેથી તે પહેલા બનાવેલ IT કરતાં લંબાઈમાં નાનું અને વ્યાસમાં થોડું મોટું હોય, જેથી IT સરળતાથી અંદર સરકી શકે. આ નળાકારના એક છેડાને ગોળાકાર કાળા ચાર્ટ પેપર અથવા એલ્યુમિનિયમ ફોઇલથી ઢાંકી દો અને સોય/ટાંકણીનો ઉપયોગ કરીને મધ્યમાં એક નાનું છિદ્ર બનાવો (એલ્યુમિનિયમ ફોઇલ સાથે કામ કરવું થોડું સરળ છે). આ નળાકારને આપણે પિનહોલ ટ્યુબ (PT) કહીશું.

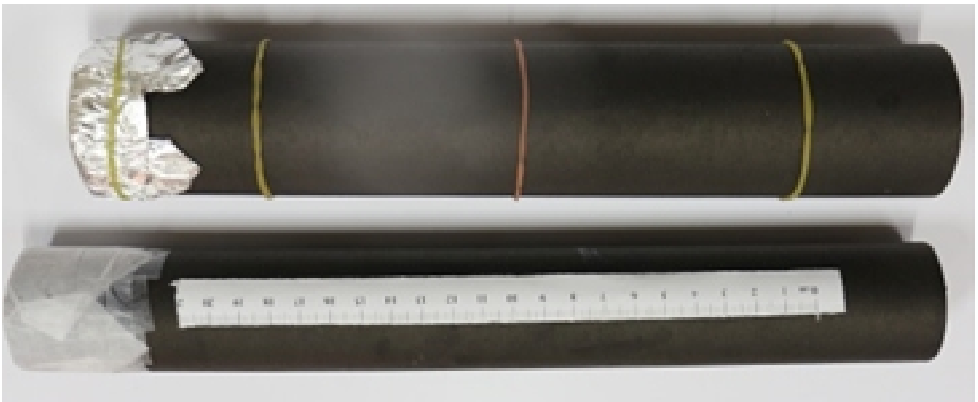

Figure 4: *PinholeTube and Image Tube*
આકૃતિ 4: *પિનહોલ ટ્યુબ અને ઇમેજ ટ્યુબ*

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.

IV) આકૃતિ 5 માં બતાવ્યા પ્રમાણે IT ને PT ની અંદર ત્યાં સુધી સરકાવો જ્યાં સુધી પડદો પિનહોલને ફક્ત સ્પર્શે કરે (આકૃતિ 1 પ્રમાણે). જ્યાં PT સમાપ્ત થાય છે ત્યાં IT પર બિંદુ 'O' ચિહ્નિત કરો. હવે IT ને બહાર કાઢો અને તેની લાંબી

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

ધારી પર સફેદ કાગળની પટ્ટી ચોંટાડો (જે આકૃતિ 4 અને 5 માં પહેલેથી જ બતાવવામાં આવી છે). બિંદુ 'O' ને શૂન્ય તરીકે લેતા, કાગળ પર 5 મિમી અંતરાલોને ચિહ્નિત કરો, જેથી તેનો ઉપયોગ માપપટ્ટી તરીકે થઈ શકે [જો ઉપલબ્ધ હોય તો તમે છપાયેલ માપપટ્ટીનો પણ ઉપયોગ કરી શકો છો]. આ માપપટ્ટીનો ઉપયોગ, પડદા અને પિનહોલ વચ્ચેનું અંતર '*l*' માપવા માટે કરવામાં આવશે.

Now the pinhole camera is ready to use!
હવે પિનહોલ કેમેરો વાપરવા માટે તૈયાર છે!

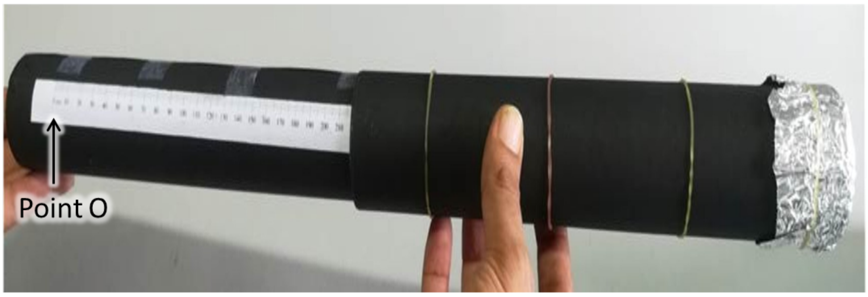

Figure 5: *Assembling the camera*
આકૃતિ 5: *બનાવેલો પિનહોલ કેમેરો*

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).

V) પ્રતિબિંબ જોવા માટે, પિનહોલને વસ્તુ (ઑબ્જેક્ટ) તરફ રાખો અને વસ્તુને પિનહોલમાંથી જુઓ (વસ્તુ તેજસ્વી રીતે પ્રકાશિત હોવી જોઈએ). હવે પડદા અને પિનહોલ વચ્ચેનું અંતર ગોઠવો (એડજસ્ટ કરો) જેથી પડદા પર વસ્તુનું સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ જોવા મળે. આકૃતિ 6(a), એ હોમી ભાભા વિજ્ઞાન શિક્ષણ કેન્દ્ર ના બિલ્ડિંગ નું ચિત્ર છે અને આકૃતિ 6(b) માં તેની પિનહોલ દ્વારા જોવામાં આવેલું પ્રતિબિંબ દર્શાવવામાં આવ્યું છે.

Figure 6(a): *Object*
આકૃતિ 6(a): *વસ્તુ*

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

Figure 6(b): *Image in pinhole camera*
આકૃતિ 6(b): *પિનહોલ કેમેરામાંથી દેખાતું પ્રતિબિંબ*

Q1. What has changed from the object to the image? Can you describe the changes and think of reasons?
Q1. વસ્તુ કરતા તેના પ્રતિબિંબમાં શું બદલાયું છે? શું તમે તે ફેરફારોનું વર્ણન અને તેના કારણો વિશે વિચારી શકો છો?

Q2. What happens to the image?
Q૨. પ્રતિબિંબમાં શું થાય છે?

(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.
(i) પિનહોલ કેમેરાની ગોઠવણી બદલ્યા વિના, જો તમે પિનહોલ કેમેરા ને વસ્તુથી દૂર ખસેડો તો ? તમે અત્યારે અને પહેલાં લીધેલા પ્રતિબિંબની તુલના, કેટલું દૃશ્ય દેખાય છે, પ્રતિબિંબનું કદ, વગેરેના સંદર્ભમાં કરો.

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.
વિદ્યાર્થીઓ માટે આ એક સંશોધનાત્મક પ્રવૃત્તિ હશે. પડદા અને પિનહોલનું અંતર સમાન રાખીને, જેમ જેમ તેઓ વસ્તુથી દૂર જાય છે તેમ પ્રતિબિંબનું કદ ઘટે છે, અને **દૃશ્યનો વિસ્તાર** વધે છે. જો તેઓ આ ફેરફારોની ચર્ચા ન કરે તો તમે વિદ્યાર્થીઓને દૃશ્યના વિસ્તાર અને પ્રતિબિંબ ના કદના સંદર્ભમાં પ્રતિબિંબનું અવલોકન કરવા માટે નિર્દેશ આપી શકો છો.

(ii) if you increase the distance between the pinhole and the screen?
(ii) જો તમે પિનહોલ અને પડદા વચ્ચેનું અંતર વધારો તો ?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

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.
IT ને ખસેડીને આ અંતર વધારી શકાય છે. જેમ જેમ આ અંતર વધે છે તેમ, પ્રતિબિંબનું કદ વધે છે. વિદ્યાર્થીઓનું આ અવલોકન તેમને પછી થી કાર્ય 3 સમજવામાં મદદરૂપ થશે.

(iii) if the illumination (brightness) of the object changes, or you look towards another object with lesser illumination?
(iii) જો વસ્તુપર પડતા પ્રકાશનું પ્રમાણ (તેજ) બદલવામાં આવે અથવા ઓછી પ્રકાશિત અન્ય વસ્તુ તરફ જોવામાં આવે તો ?

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.
આ અવલોકન વિદ્યાર્થીઓ માટે એ સમજવા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે કે વસ્તુપર પડતા પ્રકાશનું પ્રમાણ પ્રતિબિંબ ને સ્પષ્ટ કરવા માટેના નિર્ણાયક પરિબળોમાંનું એક છે. ઓછી પ્રકાશિત વસ્તુનું પ્રતિબિંબ તેઓ જોઈ શકશે નહીં.

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.]
Q3. હવે અન્વેષણ કરો કે જો પિનહોલનું કદ અનુક્રમે નાનું અને મોટું હોય તો શું થાય છે. પ્રથમ, થોડું અનુમાન લગાવો કે પિનહોલના કદની ભિન્નતા પ્રતિબિંબને કેવી રીતે અસર કરશે.[તમે એકજ વસ્તુની તુલના વિવિધ જૂથો દ્વારા પિનહોલ કેમેરા સાથે કરી શકો છો, કે જે માં પિનહોલના કદ જુદા હોઈ શકે છે.]

Task 2: Constructing a model to explain the image formation in Task 1
કાર્ય 2: કાર્ય 1 ની પ્રતિબિંબ ની રચના સમજાવવા માટે એક મોડેલ બનાવવું

Here our aim is to construct a geometrical model that would explain the image formation observed in task 1.
અહીં આપણો ઉદ્દેશ્ય એક ભૌમિતિક મોડેલ બનાવવાનો છે જે કાર્ય 1 માં અવલોકન કરાયેલ પ્રતિબિંબ રચનાને સમજાવશે.

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.
સંભવિત પ્રારંભિક ચર્ચા: જો શિક્ષક પાસે સમય હોય, તો તે નીચેના બે પ્રશ્નો સાથે પ્રતિબિંબ નિર્માણ વિશેની ચર્ચા શરૂ કરી શકે છે. આ પ્રશ્નો વિદ્યાર્થીઓમાં પ્રકાશની પ્રકૃતિ વિશેના કેટલાક ઊંડા વૈકલ્પિક વિચારો ને બહાર લાવવામાં મદદ કરી શકે છે અને પિનહોલ કેમેરાના ઓપ્ટિક્સને વધુ સારી રીતે સમજવામાં મદદ કરી શકે છે.

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

QT1. What do you think happens when we see an object with our eyes? Can you explain?
QT1. જ્યારે આપણે કોઈ વસ્તુને આપણી આંખોથી જોઈએ છીએ ત્યારે શું થાય છે, તમને શું લાગે છે? શું તમે સમજાવી શકો?

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

i) પ્રકાશ આપણી આંખો માંથી જાય છે અને વસ્તુ પર પડે છે?
અથવા
ii) વસ્તુ માંથી પ્રકાશ આપણી આંખો સુધી પહોંચે છે?

QT2. Which of the above possibilities is consistent with what you observe in the pinhole camera?
QT2. તમે પિનહોલ કેમેરામાં જે અવલોકન કરો છો તેની સાથે ઉપરોક્તમાંથી કઈ શક્યતાઓ સુસંગત છે?

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.
ઐતિહાસિક રીતે, સદીઓથી, ઘણા તત્વચિંતકો (ફિલોસોફરો) અને વૈજ્ઞાનિકોએ ઉપરોક્ત પ્રશ્નનો ના જવાબ શોધી પ્રકાશનું અર્થઘટન કરવાનો પ્રયાસ કર્યો છે. વિકલ્પ i) પ્રકાશના 'એક્સ્ટ્રામિશન થિયરી' તરીકે જાણીતો હતો અને ઘણા વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા તેને સ્વીકારવામાં આવ્યો હતો. તાજેતરમાં ઘણા દેશોમાં થયેલ શિક્ષણ સંશોધન દર્શાવે છે કે મોટી સંખ્યામાં વિદ્યાર્થીઓના મનમાં હજુ પણ આ માન્યતા છે. આપણે જોઈએ છીએ કારણ કે આપણી આંખોમાં પ્રકાશ છે, એવો વિચાર સહજ છે, આવી સમજૂતી બોલચાલની ધારણા સાથે સુસંગત પણ છે.

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.
વિકલ્પ ii) પ્રકાશના 'ઇન્ટ્રોમિશન થિયરી' તરીકે ઓળખાય છે અને તેવા પુરાવાને કારણે સ્વીકારવામાં આવે છે. પ્રાથમિક પ્રકાશ સ્રોત વિના, આપણી આંખો જોઈ શકતી નથી.

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.
નોંધ કરો કે અહીં, કિરણોની એક જ કિરણાકૃતિ (રે ઓપ્ટિક્સ ડાયાગ્રામ), બંને સિદ્ધાંતો માટે દોરી શકાય છે, પણ તફાવત એ હશે કે કિરણોની દિશા બંને કેસોમાં વિરુદ્ધ હશે. અને, હકીકત એ છે કે આ કિરણાકૃતિ પ્રતિબિંબ રચનાને સમજાવી શકે છે તેથી આ બે સિદ્ધાંતોમાંથી એકને સંપૂર્ણ પણે નકારી શકાય નહીં.

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.
પિનહોલ કેમેરો એક્સ્ટ્રામિશન થિયરી ની વિરુદ્ધમાં નોંધપાત્ર પુરાવા પૂરા પાડે છે. જ્યારે આપણે પિનહોલ કેમેરાના નળાકારની અંદર જોઈએ, ત્યારે પડદો તેજસ્વી રીતે પ્રકાશિત થાય છે પરંતુ બાજુઓ ખૂબ જ કાળી હોય છે. જો

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

એક્સ્ટ્રામિશન થિયરી મુજબ પ્રકાશ આપણી આંખોમાંથી નીકળવાનો હોય, તો આપણને નળાકારની બહારની જેમ જ નળાકારની અંદરનો ભાગ પણ એટલો જ પ્રકાશિત દેખાવો જોઈએ. બીજું, જો આપણે પિનહોલને અવરોધિત કરીએ, તો પડદા પર કોઈ પ્રતિબિંબ જોવા મળતુ નથી. આ અવલોકન પણ એક્સ્ટ્રામિશન થિયરીની વિરુદ્ધ છે.

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.
વર્ષોથી વિકસિત થયેલી આપણી સમજણ કહે છે કે પ્રકાશ સમાન પ્રત્યાવર્તન (રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ) વાળા માધ્યમ માં હંમેશા સીધી રેખામાં પ્રવાસ કરે છે. તેથી, કિરણો નો ઉપયોગ કરીને પ્રકાશનો માર્ગ દર્શાવવામાં આવે છે. તમે તમારા વિજ્ઞાનના પુસ્તકમાં આવી કિરણાકૃતિઓ (રે-ડાયાગ્રામ) જોયા હશે.

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).
ઉચ્ચ વર્ગોમાં ચર્ચા કરવામાં આવી હોવા છતાં, પૃષ્ઠભૂમિમાં એ યાદ રાખવું અગત્યનું છે (જો કોઈ ચર્ચા ઊભી થાય તો) કે પ્રકાશ માત્ર સુરેખ પથ પર ગતી કરે છે જ્યારે સમગ્ર માધ્યમ એકસમાન હોય. પ્રકાશ બે સ્થિતિમાં ફંટાઈ શકે છે. પ્રથમ પરિસ્થિતિ એ છે કે જ્યારે માધ્યમના વક્રીભવનાંક (રીફ્રેક્ટિવ ઇન્ડેક્સ)માં બદલાવ આવે છે (જ્યારે પ્રકાશ ઠંડીથી ગરમ હવા તરફ જાય છે ત્યારે મધ્યમ ની ઘનતા (ડેન્સીટી) માં ફેરફાર થાય છે, દા.ત., ગરમ દિવસોમાં જોવા મળતુ મૃગજળ. બીજી પરિસ્થિતિ એ છે કે જ્યારે પ્રકાશ નો માર્ગ અવરોધાય અથવા તે પાતળી તીરાળ (સ્લિટ) માંથી પસાર થાય ત્યારે તેનું વિવર્તન (ડીફ્રેકશન) થાય છે, દા.ત. વૃક્ષોની પાછળ વિખરાયેલા સૂર્યપ્રકાશ ના કિરણો).

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
Q1. ચાલો કાર્ય 1 માં મેળવેલ પ્રતિબિંબ નિર્માણને દર્શાવવા માટે એક કિરણાકૃતિ દોરવાનો પ્રયાસ કરીએ. વસ્તુથી શરૂ થતું અને પિનહોલ P તરફ સીધી લીટીમાં જતું એક કિરણ TP પડદાને બિંદુ T' પર મળશે, જેમ કે આકૃતિ 7 માં પહેલેથી દોરવામાં આવ્યું છે. શું તમે આકૃતિ માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વસ્તુમાંથી જુદા જુદા બિંદુઓ માંથી ઉદ્ભવતા TPT’ જેવા ત્રણ કિરણો દોરી શકો છો?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

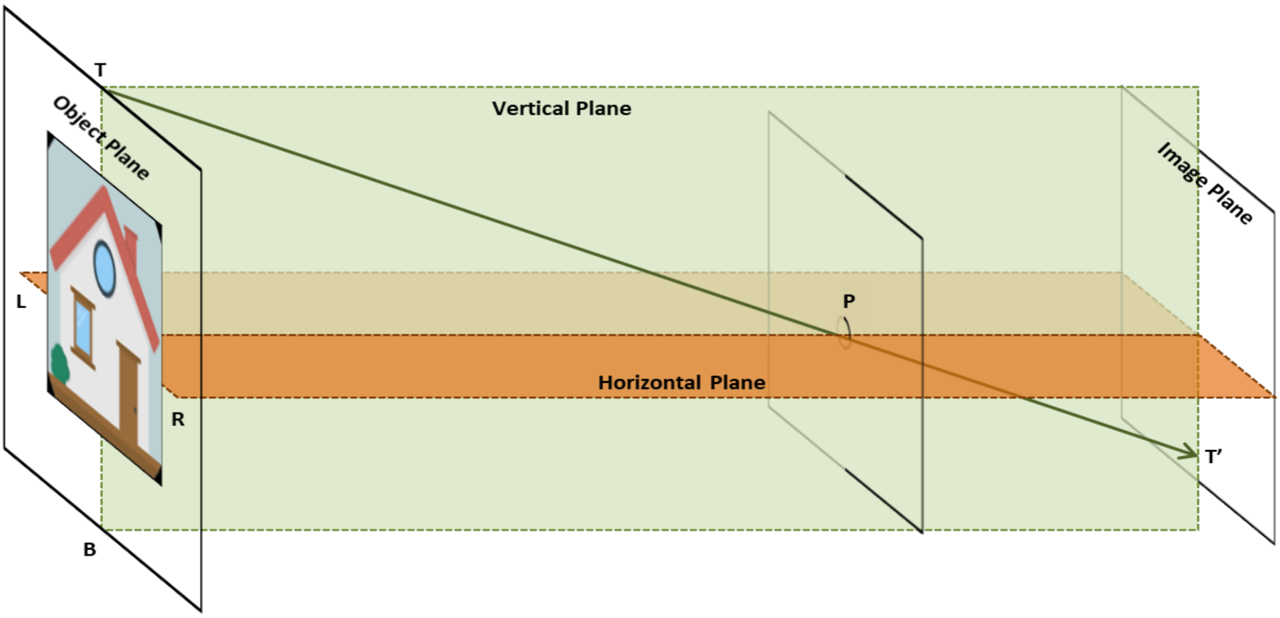

Figure 7: *Draw rays originating from the object and falling on screen*
આકૃતિ 7: *વસ્તુમાંથી ઉદ્ભવતા અને પડદા પર પડતા કિરણો દોરો*

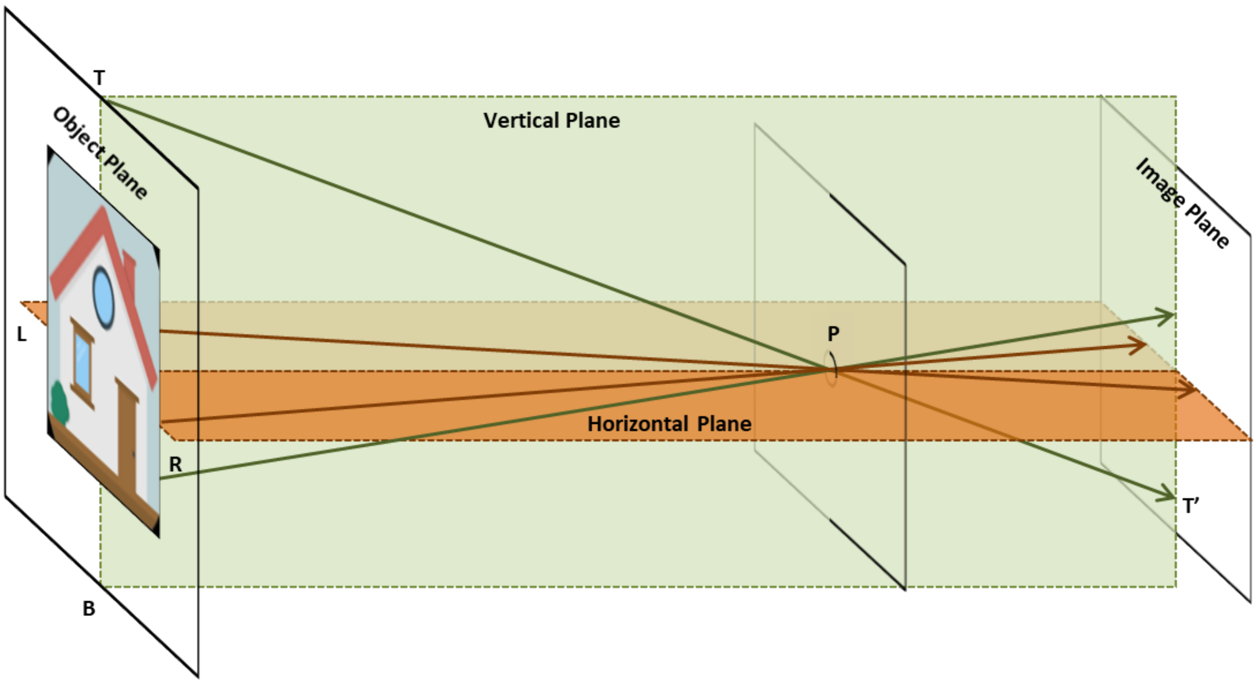

Figure 7T: *By drawing the rays in figure 7, students may be able to predict that the image will be vertically and laterally inverted*
આકૃતિ 7T: *આકૃતિ 7 માં કિરણો દોરવાથી, વિદ્યાર્થીઓ અનુમાન કરી શકશે કે પ્રતિબિંબ ઉપર થી નીચે અને અને ડાબે થી જમણે પલટાય જાય છે*

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?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

Q2a. આકૃતિ 8 નો સંદર્ભ લો. કિરણ ZPZ' ને ધ્યાનમાં લો. આ કિરણ વસ્તુમાંથી લીલા રંગના બિંદુ Z થી શરૂ થાય છે. Q પર એક કથ્થાઈ રંગનું બિંદુ છે. તમને શું લાગે છે કે પ્રતિબિંબના સમતલમાં Z' પર શું જોવા મળશે? લીલું ટપકું કે કથ્થાઈ ટપકું? એ જ રીતે, ધારો કે બીજી કિરણ QPQ' છે. પ્રતિબિંબના સમતલમાં તમે Q' પર શું જોશો ?

____

____

____

____

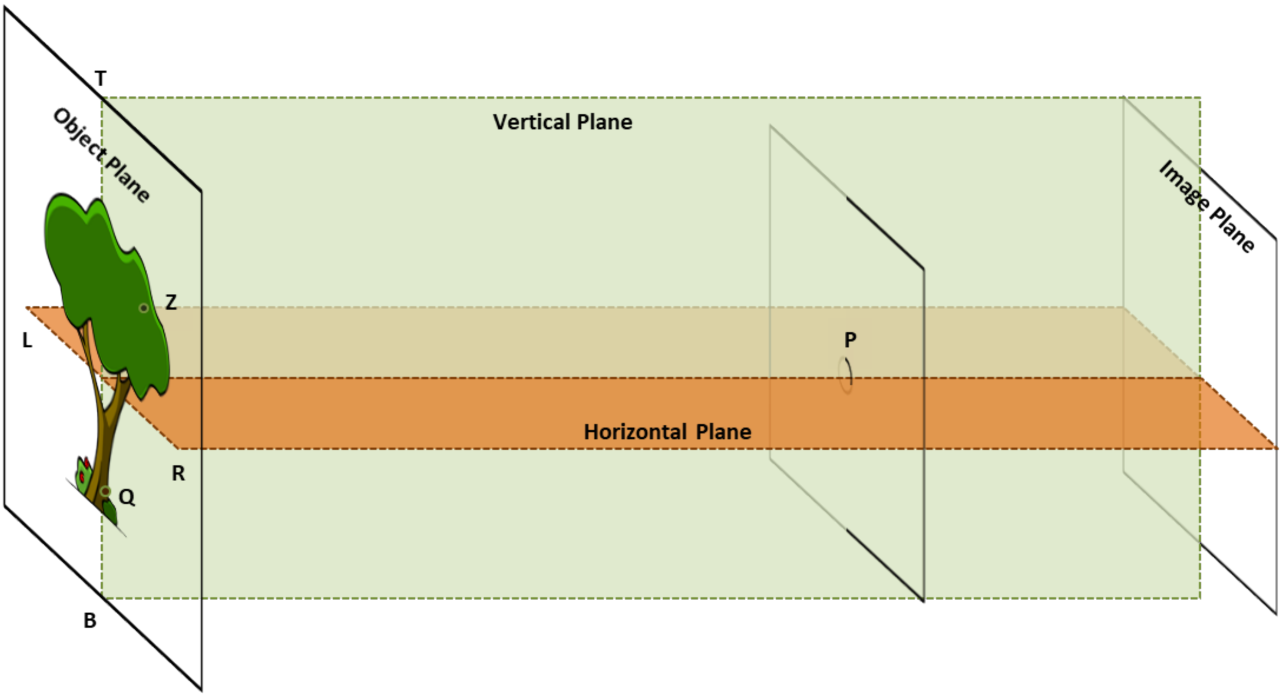

Figure 8: *By drawing rays originating from the object, predict where green and brown points would be observed on the screen (image plane)*

આકૃતિ 8: *વસ્તુમાંથી ઉદ્ભવતા કિરણો દોરીને, પડદા પર લીલા અને કથ્થાઈ બિંદુઓ ક્યાં જોવા મળશે તેનું અનુમાન કરો (પ્રતિબિંબના સમતલમાં)*

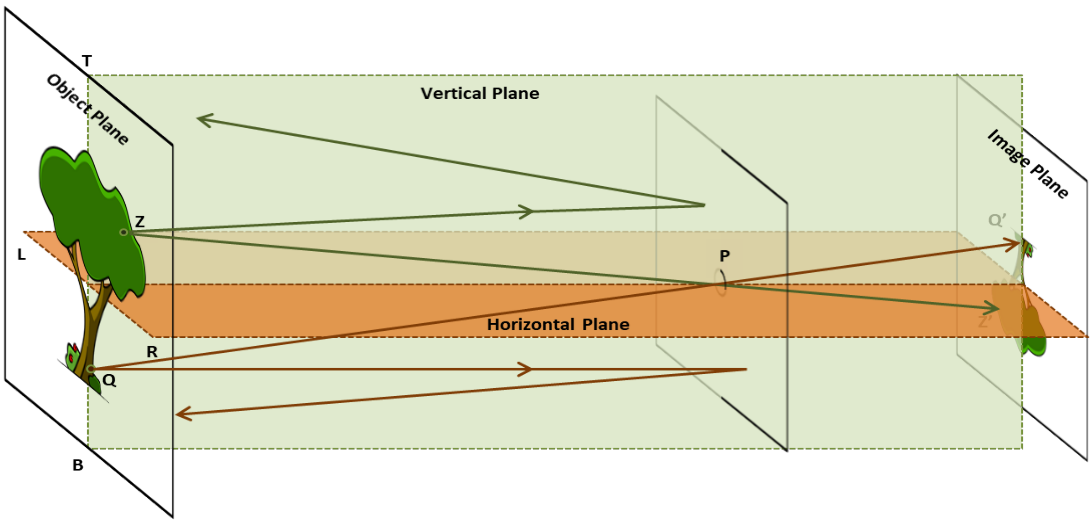

Figure 8T: *Ray diagram that can help predict location of various colour points on the screen.*

આકૃતિ 8T: *પડદા પરના વિવિધ રંગ ના બિંદુઓના સ્થાન તેનું અનુમાન કરવા માટે મદદરૂપ કિરણાકૃતિ*

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

Q2b. Do you think there is a relation between the points on the object and the image plane? Discuss.
Q2b. શું તમને લાગે છે કે વસ્તુ પરના બિંદુઓ અને પ્રતિબિંબના સમતલ વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે? ચર્ચા કરો.

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.
વસ્તુના સમતલ અને પ્રતિબિંબના સમતલમાંના બિંદુઓ એક બીજા સાથે ક્રમિક રીતે જોડાયેલા છે. ઉદાહરણ તરીકે, વસ્તુના સમતલમાં Z પ્રતિબિંબના સમતલમાં Z' ને અનુરૂપ છે. એ જ રીતે, વસ્તુના સમતલમાં Q પ્રતિબિંબના સમતલમાં Q' ને અનુરૂપ છે. નોંધ કરો કે આ વિચાર વિદ્યાર્થીઓ ને સમજવા માટે કદાચ સરળ ન હોઈ, તેમને તેમના અવલોકનો પર વિચાર કરવા, તેનું કારણ સમજવા અને એકબીજા સાથે ચર્ચા કરવા માટે થોડા સમયની જરૂર પડી શકે છે.

Q2c. Referring to figure 8, can you explain the orientation of the image observed?
Q2c. આકૃતિ 8 નો સંદર્ભ લેતા, શું તમે અવલોકન કરેલ પ્રતિબિંબની દિશા (ઓરિએન્ટેશન) સમજાવી શકો?

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.
Q2d. જો પ્રતિબિંબ અને વસ્તુની એક જ દિશા હોય તો પ્રકાશનો માર્ગ કેવો હોવો જોઈએ? તમે અથવા તમારા મિત્રો દ્વારા બનાવેલા કોઈપણ પિનહોલ કેમેરામાં આ જોવા મળે છે કે, તે તપાસો.

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”.
પ્રતિબિંબ ની ઓરિએન્ટેશન વિશે વિદ્યાર્થીઓની પાસે તાપસ કરાવરાવો. જો પ્રતિબિંબ, વસ્તુની જેમ સમાન ઓરિએન્ટેશન ની હોય તો તે માટે પ્રકાશનું વળવું આવશ્યક છે. આવું ક્યારેય જોવા મળતુ નથી. આમ, પિનહોલ કેમેરો એ એક પ્રકાશીય ઉપકરણ છે જે એક સરળ “પુરાવો” આપે છે કે "પ્રકાશ સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે".

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?
Q3. હવે, અગાઉના પ્રશ્નમાં ચર્ચા કરાયેલા પ્રકાશના માર્ગના જ્ઞાન સાથે, આકૃતિ 8 માં બે કિરણો દોરો જે વસ્તુ પરના એક જ બિંદુમાંથી ઉદ્ભવે છે, તથા પિનહોલની આસપાસની સપાટી પર પડે છે (જે અવરોધક સપાટી તરીકે કાર્ય કરે છે), અને તે છિદ્ર માંથી પસાર થતા નથી. આ કિરણો ક્યાં જશે?

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

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?
Q4. જો આ અવરોધક સપાટીને દૂર કરવામાં આવે, તો આ કિરણો ક્યાં જશે? પડદા પરના પ્રતિબિંબ પર આ પ્રકાશ કિરણોની શું અસર થશે?

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.
કથ્થાઈ ભાગમાંથી આવતા કેટલાક કિરણો લીલા બિંદુઓમાંથી આવતા કિરણો સાથે ભળી જશે. તેથી બહુવિધ (મલ્ટિપલ) પ્રતિબિંબઓ એક બીજા સાથે સંમલગ્ન થશે અને અસરકારક રીતે કોઈ એક પ્રતિબિંબ બનશે નહીં.

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?
Q5. જો પિનહોલનું કદ ખૂબ મોટું હોય તો પ્રતિબિંબ નું શું થશે એવું તમને લાગે છે? શું તમારો જવાબ કાર્ય 1 માં તમારા અવલોકનો સાથે સુસંગત છે?

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.
જો પિનહોલનું કદ મોટું હોય, તો મોટી સંખ્યામાં કિરણો જે વસ્તુ પરથી એક જ બિંદુમાંથી નીકળી છિદ્રમાં અલગ-અલગ ખૂણાઓ થી પ્રવેશ કરશે, અને પડદા પર વિવિધ સ્થળોએ પ્રતિબિંબો બનાવશે. આથી પ્રતિબિંબની સ્પષ્ટતા ઘટાડે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, આપણ ને સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ મળશે નહિ.

Further questions to discuss: Based on the above model/representation of image formation, answer the following questions:
ચર્ચા કરવા માટેના વધુ પ્રશ્નો: ઉપરોક્ત મોડેલ નિર્માણની પ્રક્રિયાના આધારે, નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો:

Q6. To get a clear image, why do you think object should be well-illuminated?
Q6. તમને એવું શાં માટે લાગે છે કે સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ મેળવવા માટે, વસ્તુ સારી રીતે પ્રકાશિત હોવી જોઈએ?

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.
કારણ કે વસ્તુમાંથી આવતા પ્રકાશની તીવ્રતા જો ઓછી હોય તો, પડદા પર ખૂબ જ ઝાંખુ પ્રતિબિંબ બનશે જે જોવામાં મુશ્કેલ હોઈ થકે છે.

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

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?
Q7. જો પિનહોલનું કદ ખૂબ નાનું હોય તો પ્રતિબિંબ નું શું થશે એવું તમને લાગે છે? શું તમારો જવાબ કાર્ય 1 માં તમારા અવલોકનો સાથે સુસંગત છે?

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 need not have to be familiar with diffraction at this stage, it is a good place to spark students' curiosity about other optical phenomena.
જો પિનહોલનું કદ ખૂબ નાનું હોય, તો ખૂબ જ ઓછો પ્રકાશ પ્રવેશ કરશે, જે ખૂબ જ ઝાંખુ પ્રતિબિંબ બનાવે છે જે જોવામાં મુશ્કેલ થઈ શકે છે. પણ જો વસ્તુ વધારે પ્રકાશિત (અથવા વધારે સૂર્યપ્રકાશમાં) હોય, તો આ મર્યાદા રહેતી નથી, અને સ્પષ્ટ (શાર્પ) પ્રતિબિંબ જોવા મળશે. અહીં, પ્રશિક્ષક પિનહોલની ધાર પર પ્રકાશના વિવર્તન (ડીફ્રેકશન) વિશે પણ ઉલ્લેખ કરી શકે છે. જો છિદ્ર અત્યંત નાનું હોય, તો પ્રકાશના નોંધપાત્ર વિવર્તનના કારણે પ્રતિબિંબ ધુંધળુ થશે. જો કે વિદ્યાર્થીઓ ને આ તબક્કે ડીફ્રેકશન થી પરિચિત થવાની જરૂર નથી, પણ અન્ય પ્રકાશીય ઘટનાઓ વિશે વિદ્યાર્થીઓની જિજ્ઞાસાને પ્રોતસાહિત કરવા માટે આ એક સારો સંયોગ છે.

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.
અહીં, એ જાણવું પણ વધારે જરૂરી છે કે પિનહોલ કેમેરાનો ઓપરેશનલ સિદ્ધાંત લેન્સ-આધારિત કેમેરાથી જુદો (અને સરળ) છે. આ કિસ્સામાં, લેન્સથી વિપરીત, છિદ્ર દ્વારા પડદા પર પ્રકાશ ને કેન્દ્રિત કરાતો નથી. અહીં, તે છિદ્ર (કાગળ/વરખ) ની આસપાસની અપારદર્શક સપાટી તેના પર પડતા પ્રકાશને પ્રસારિત થવાથી અવરોધે છે અને તેથી પડદા પર અન્ય અસંખ્ય પ્રતિબિંબઓ (પ્રસરેલા પ્રતિબિંબો) ની રચના થતા અટકાવે છે. તેથી, તમે માત્ર એક જ સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ જોઈ શકો છો. પિનહોલનું કદ વધારવું એ દૃશ્યમાન પ્રતિબિંબને અસ્પષ્ટ કરે છે કારણ કે વાસ્તવમાં વધુ પ્રતિબિંબઓ કેન્દ્રિય પ્રતિબિંબની આસપાસ સંમલગ્ન થવાનું શરૂ કરે છે (છિદ્ર નું કદ વધવા ની સાથે પડદા પરનું તેજ પણ વધે છે જે દર્શાવે છે કે વધુ પ્રકાશ આવી રહ્યો છે). 19 મી સદી પહેલા, તે કેમેરા ઓબ્સ્ક્યુરા તરીકે પણ ઓળખાતું હતું,

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

કારણ કે તે મોટા ભાગના પ્રકાશને અવરોધિત કરીને કામ કરતું હતું (ડાર્ક ચેમ્બર બનાવે છે), જ્યારે મોટાભાગના અન્ય ઓપ્ટિકલ ઉપકરણો (જેમ કે કેમેરા લુસિડા, માઇક્રોસ્કોપ અથવા ટેલિસ્કોપ) મહત્તમ પ્રકાશ એકત્રિત કરવા માટે લેન્સ ધરાવતા હતા. જેમાં ઓછા માં ઓછું પાર્શ્વીય વિસ્થાપન સાથે અસંખ્ય પ્રતિબિંબો ને એકબીજાની ઉપર (ઓવેર-લેપ) કરી ને કેન્દ્રિત કરતા હતા

Task 3: Measuring the height of a very tall object {Pilot (Ideal scenario)}
કાર્ય 3: ખૂબ ઊંચી વસ્તુની ઊંચાઈ માપવી {પાયલોટ (આદર્શ પરિસ્થિતિ)}

Figure 9 below shows the diagram for image formation in a pinhole camera.
નીચેની આકૃતિ 9 પિનહોલ કેમેરામાં પ્રતિબિંબ બનાવવા માટેની રેખાકૃતિ દર્શાવે છે.

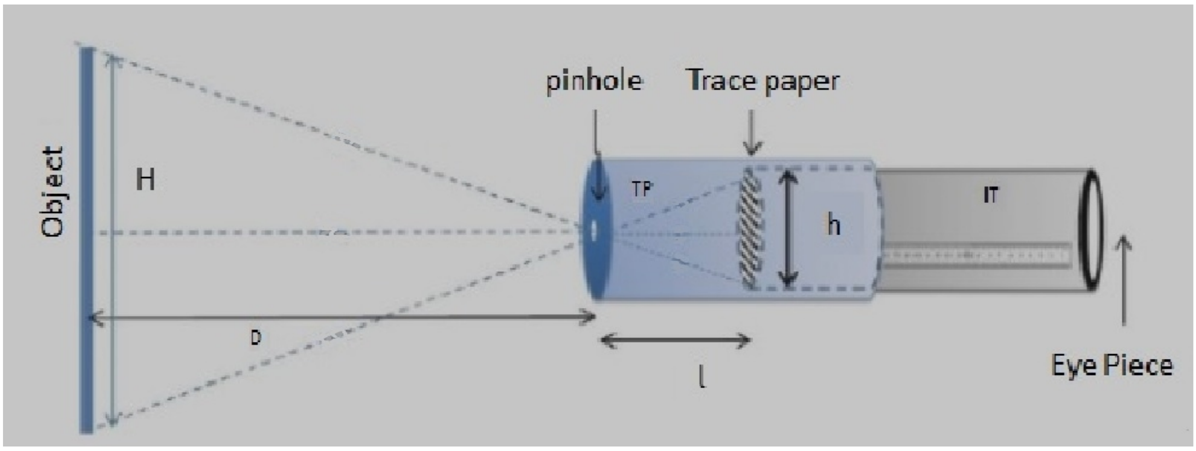

Figure 9: *Schematic diagram of pinhole camera*
આકૃતિ 9: *પિનહોલ કેમેરાની યોજનાકીય રેખાકૃતિ*

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.
તમારે ત્રણ વસ્તુઓ માપવાની રહેશે: પિનહોલ અને વસ્તુ વચ્ચેનું અંતર (*D*), પડદા-પિનહોલનું અંતર (*l*), તથા પડદા પરના પ્રતિબિંબ નું કદ (*h*).

Once you know *D*, *l,* and *h* you can find the height of the object H based on the following considerations.
એકવાર *D*, *l* અને *h* જાણ્યા પછી તમે નીચેની બાબતોના આધારે H: વસ્તુની ઊંચાઈ શોધી શકો છો.

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 $H = hD / l$
પિનહોલ પર વહેંચાયેલ શિરોબિંદુ સાથે આકૃતિ 9 માં બે ત્રિકોણનો વિચાર કરો. તે સમાન ત્રિકોણ છે તેથી,

$h / l = H / D$. એટલે કે $H = hD / l$ મળે છે.

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.
તમે આ સૂત્રને તારવ્યા વિના તેનો સીધો ઉપયોગ કરી શકો છો પરંતુ તમે સૂત્ર કેવી રીતે મેળવ્યું છે તે જાણવા માટે સમાન ત્રિકોણના ગુણધર્મો તપાસી શકો છો.

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

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

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.
ઉપરોક્ત પરિસ્થિતિ એ એક આદર્શ મોડેલ છે જે વ્યવહારિક પરિસ્થિતિમાં જુદૃ પણ હોઈ શકે. ઉપરોક્ત વ્યુત્પત્તિ (ડેરિવેશન) માં, પિનહોલ માંથી પસાર થતી આડી રેખા વસ્તુની અડધી ઊંચાઈ પર સ્થિત હોવાનું ધારવામાં આવે છે. ઉપરાંત, પડદાને વસ્તુના સમતલ સાથે સમાંતર હોવાનું ધારવામાં આવે છે. ઘણી પરિસ્થિતિઓમાં, ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે તમે જમીન પર ઊભેલી ઇમારતને જોઈ રહ્યા હો, ત્યારે પિનહોલ, વસ્તુના પાયાની લગભગ નજીક સ્થિત હોય છે. આવા કિસ્સામાં, વિવર્તન થોડુ જુદું હશે. તો પણ, સમાન ત્રિકોણના ગુણધર્મોનો ઉપયોગ કરીને અને વસ્તુનું સમતલ અને પડદાને લગભગ સમાંતર રાખીને, ઉપરોક્ત સંબંધ મેળવી શકાય છે. ધોરણ ૮ ના વિદ્યાર્થીઓએ સમાન ત્રિકોણના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કર્યો ન હોવાથી, આ વિવર્તન વિના આગળ વધી શકાય છે, પરંતુ ઉચ્ચ ધોરણ ના વિદ્યાર્થીઓ જેઓ આ સિદ્ધાંતથી પરિચિત છે તેઓ આ સંબંધ પ્રસ્થાપિત કરી શકે છે .

Working (real) example
વાસ્તવિક ઉદાહરણ

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.
હવે, આપણે આ સમીકરણનો વાસ્તવિક જીવનના ઉદાહરણમાં ઉપયોગ કરીશું. તમારો પિનહોલ કૅમેરો લો અને દૂરના (સારી રીતે પ્રકાશિત) વસ્તુ જેમ કે મકાન અથવા વૃક્ષનું પ્રતિબિંબ જુવો. ટેપનો ઉપયોગ કરીને *D* માપો, આંતરિક નળાકાર પરની માપપટ્ટીનો ઉપયોગ કરીને *l* માપો અને પડદા પર ચિહ્નિત માપપટ્ટીનો ઉપયોગ કરીને *h* માપો.

Obtain clear inverted image for multiple values of *D*. Tabulate your reading of *D*, *l* and *h* below:
D ના બહુવિધ મૂલ્યો માટે સ્પષ્ટ ઊંધુ પ્રતિબિંબ મેળવો. તમે મેળવેલ *D*, *l* અને *h* ના મૂલ્યો નીચેના કોષ્ટક માં લખો.

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

Average height of the object, (Mean) *H* = _______________
વસ્તુની સરેરાશ ઊંચાઈ, *H* (સરેરાશ) = _________________

Q1. Can you estimate the height of the object by any other methods? Compare it with the answer you obtained using pinhole camera?
Q1. શું તમે અન્ય કોઈપણ પદ્ધતિઓ દ્વારા વસ્તુની ઊંચાઈનો અંદાજ લગાવી શકો છો? પિનહોલ કેમેરાનો ઉપયોગ કરીને તમે મેળવેલ જવાબ સાથે તેની સરખામણી કરો.

____

____

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

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.
શિક્ષકોએ પણ અન્ય પદ્ધતિઓ (જેમ કે એક માળની ઊંચાઈ જાણી તથા તેને માળની સંખ્યા વડે ગુણાકાર કરીને) અથવા અધિકૃત રેકોર્ડમાંથી વસ્તુની ઊંચાઈનો અંદાજ મેળવવાનો પ્રયાસ કરવો તથા તેને પિનહોલ કેમેરામાંથી મેળવેલા જવાબ સાથે સરખાવવો.

Discuss
ચર્ચા કરો

Q2. 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?
Q2. જો તમને પડદા પર મોટું પ્રતિબિંબ જોવા માંગતા હો(પિનહોલ અને પડદાનું અંતર / બદલ્યા વિના), તો તમારે પિનહોલ કેમેરાને, વસ્તુની વધુ નજીક લઇ જવો જોઈએ કે વધુ દૂર ખસેડવો જોઈએ?

____
____
____

Q3. What will happen to the image if you make the screen using a transparent plastic sheet instead of translucent sheet?
Q3. જો તમે અર્ધપારદર્શક શીટને બદલે પારદર્શક પ્લાસ્ટિક શીટનો ઉપયોગ કરીને પડદો બનાવશો તો પ્રતિબિંબનું શું થશે?

____
____
____

Suggested Readings
વધારે માહિતી માટે

1. A brief history and principle of pinhole camera:
1. પિનહોલ કેમેરાનો સંક્ષિપ્ત ઇતિહાસ અને સિદ્ધાંત:

http://www.alternativephotography.com/pinhole-history/

2. A website dedicated to pinhole camera's (History, principles, technical detail, etc):
2. પિનહોલ કેમેરા ની વેબસાઇટ (ઇતિહાસ, સિદ્ધાંતો, તકનીકી વિગતો વગેરે):

http://www.pinhole.cz/

3. A detailed history of pinhole cameras and its construction is available at:

3. પિનહોલ કેમેરા અને તેની રચના નો વિગતવાર ઇતિહાસ અહીં ઉપલબ્ધ છે:

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.
4. વાસ્તવિક ફોટોગ્રાફિક ચિત્રો લેવા માટે પિનહોલ કેમેરાનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. 2017 માં, DSLR કેમેરા માટે

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. September, 2024.

માત્ર પિનહોલ લેન્સ (કાચ વગરનું, છિદ્ર સાથેનું વધારાનું ઉપકરણ) ઉપલબ્ધ કરવામાં આવ્યું છે. (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
Gujarati Translators: AmisH Parmar, Jayesh Parmar
Gujarati Editors: Bhavana Trivedi, Parag Shah
Gujarati Editorial Assistance: AmisH Parmar, Jayesh Parmar
Creative Commons Licence: CC BY-SA 4.0 International, HBCSE