

Optical Lenses and Seeing*)

འོད་རིག་པ་དང་ས་ཤེལ་དང་མཐོང་ཚོད།

Dr. Werner Nater, Project Manager "Science meets Dharma", Tibet Institute Rikon, Switzerland

1. Repetition Optics

༡ ་ འོད་སྒྲུབ་རིག་པ་འཕམ་མིག་དབང་དབྱུང་རིག་ བསྐྱར་རྒྱུ་ལ།

Learning Objective

སློབ་གཉེར་གྱི་དམིགས་འབོན་ལ།

Repeat the facts about light-propagation, reflection and refraction.

འོད་ཁྲུབ་འདལ་འགོ་རྒྱུ་གི་དངོས་བདེན། ལྗོན་འགོ་དང་འཁྲུག་འགོའི་བསྐྱར་རྒྱུ་གྱུ།

Experiments:

1. Laser beam reflected by a plane mirror
2. Laser beam refracted while entering into water

བཞག་དབྱུང།

༡ ་ རོ་སྒྲོམ་སྒྲོམ་མེ་ལོང་གི་ལེ་ཟེར་འགོ་གཏུང་ལྗོན་འགོ་གྱེད་པ།

༢ ་ ལྗོན་འགོ་ལྗོན་འགོ་ལྗོན་འགོ་གྱེད་པའི་ལེ་ཟེར་འགོ་གཏུང་།

Facts about Light: འོད་ཀྱི་དངོས་བདེན།

Light (photons) travels in vacuum with a speed of approximately 300,000 km/s. This is the highest speed possible in the universe. (e.g. light from our sun travels for approx. 8 minutes until it reaches us)

སྒྲོང་སང་ནང་འོད་(འོད་རླུང་) ཀྱི་མགྲོན་མཚན་ནི་སྐར་ཆ་གཅིག་ལ་གི་ལོ་མི་ཉེར་འབྲུམ་གསུམ་ ༣༠༠,༠༠༠ ཅམ་རེད།

འདི་ནི་འཛིག་རྒྱུ་ཁམས་ནང་མགྲོན་མཚན་མཐོ་ཤོས་དེ་རེད། (དཔེར་ན། ཉི་མའི་འོད་ཉི་མ་ནས་ང་ཚོའི་སར་སླེབས་པ་ལ་སྐར་ཆ་བརྒྱད་ཅམ་འགོར་གྱི་ཡོད།)

In absence of a mass, light travels on a straight line.

གཞི་མཚན་མེད་པའི་སྐབས་འོད་རྒྱུས་ཐང་ཐེག་ཐོག་འགོ་ཡི་ཡོད།

Light is interpenetrating without distortion.

འོད་ནི་འགྲུབ་མེད་དུ་པན་རྒྱུ་བསྐྱེད་པར་གྱེད།

White light is the composition of all rainbow colours.

འོད་དཀར་མོ་དེ་འཇའ་མཚོན་གྱི་ཁ་དོག་མཐའ་དག་བསྐྱུས་པ་ལས་བྱུབ་པ་རེད།

Light takes always the fastest way to travel from one point to another.

དེ་ནི་སྒྲིབ་གཅིག་ནས་སྒྲིབ་གཞན་བར་འགྲུལ་བཞུགས་ཀྱི་སྐབས་འགྲུལ་ལམ་སྐྱར་ཤོས་རྒྱུ་ཏུ་ལེན་གྱི་ཡོད།

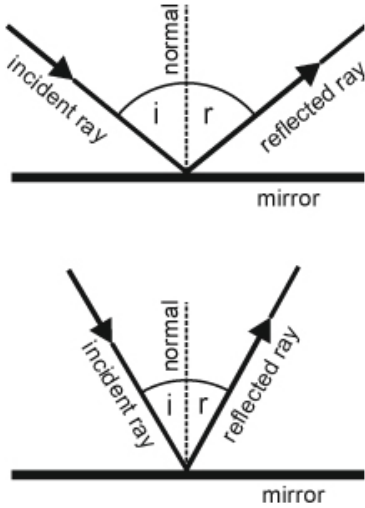
Light propagates in transparent matter with a lower speed.

དུངས་གསལ་གྱི་བེམ་གཟུགས་ནང་སྐྱར་ཚད་ཞན་པ་ཡོད།

*) Sources: Hewitt P.G. et al, 2013: Conceptual Integrated Science, 2nd Edition, Publisher Pearson
Herrmann F. and G. Job, 2006: The Karlsruhe Physics Course, Vol 2

Translation: Kalsang Gyatso, Tenzin Tsondue

SIW2_2/2021-09-22/W.Nater



Reflection ལྡོག་འཕྲོག

A **normal** is a vertical line to the mirror in the point, where the incident ray hits the mirror.

ངང་ཐིག་ནི་ནང་འཕྲོད་འོད་ཟེར་གང་དུ་ཕོག་པའི་མེ་ལོང་གི་གནས་དེ་ནས་གཞུང་ཐད་དེ་ལ་ཟེར།

The **angle of incidence (i)** is the angle between the incident ray and the normal.

ནང་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱན་ཐིག་གི་རྒྱང་ཁུག་ལ་ཟེར།

The **angle of reflection (r)** is the angle between the reflected ray and the normal.

ལྡོག་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ནི་ལྡོག་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱན་ཐིག་གི་རྒྱང་ཁུག་ལ་ཟེར།

Law of Reflection ལྡོག་འཕྲོད་ཀྱི་ཁྲིམས།

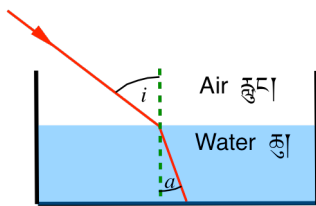
The angle of incidence equals the angle of reflection: $i = r$

ནང་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་དང་ལྡོག་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་གཉིས་མཉམ་པ་ཡིན།

Incident ray, normal and reflecting ray form one plane normal to the mirror

ནང་འཕྲོད་འོད་ཟེར། རྒྱང་ཁུག་ལྡོག་འཕྲོད་འོད་ཟེར་བཅས་མེ་ལོང་གི་སྤོང་དུ་འཕོད་སྟོན་པོ་གཅིག་གྲེད་ནས་ཡོད།

Refraction འཕྲོག་འཕྲོག



The speed of light in glass or in water is less than in air.

འོད་ཀྱི་མགྲོགས་ཚད་ཤེལ་དང་རྩེད་ནང་ནི་འོད་ཀྱི་མགྲོགས་ཚད་རྒྱང་ལས་ཞན་པ་ཡོད།

Glass or water is a denser medium.

ཤེལ་ལས་རྩེད་ནི་བརྒྱན་ལམ་སྤྲུག་པོ་རེད།

Air is a less dense medium.

རྩེད་ནི་བརྒྱན་ལམ་སྤྲུག་པོ་མ་རེད།

If light enters a denser medium or a less-dense medium, it changes direction. It is **refracted**.

གལ་ཏེ་འོད་ཞིག་བརྒྱན་ལམ་སྤྲུག་པོ་ལམ་སྤྲུག་པོ་མེད་སར་སློང་ཆེ་འོད་དེ་ཁ་ཕྱོགས་འགྲུར་བ་དང། འོད་དེ་འཕྲོག་པར་གྲེད།

The **angle of incidence (i)** is the angle between the incident ray and the normal

ནང་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱང་ཁུག་གཉིས་དབར་གྱི་རྒྱང་ཁུག་ལ་ཟེར།

The **angle of refraction (a)** is the angle between the refracted ray and the normal.

འཕྲོག་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ནི་འཕྲོག་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱང་ཁུག་གཉིས་དབར་གྱི་རྒྱང་ཁུག་ལ་ཟེར།

If the ray of light comes from **water** into **air**, the angle of refraction is **bigger** than the angle of incidence.

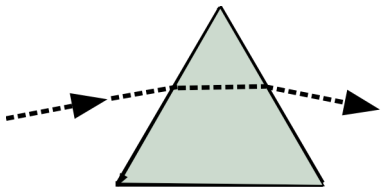
གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་རྩེད་ནང་ནས་ཕྱིར་རྒྱང་ཁམས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་ཕྱིར་སློང་ཆེ། འཕྲོག་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོད་ཐུང་ཁུག་ལས་ཆེ་བ་ཡིན།

Law of Refraction འཕྲོག་འཕྲོའི་གཏན་ཁྲིམས།

- When a ray of light enters a denser medium (glass or water), it is bent (refracted) **towards** the normal. $a < i$
གཤམ་ཉེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱན་ལས་སྤྱི་ལོ་(ཤེལ་ལས་ཆུ)ནང་སློང་ཆེ། འོད་ཟེར་དེ་དང་ཐིག་གི་སྤྱོད་ས་སུ་འཕྲོག་འཕྲོ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། $a < i$
- When a ray of light enters a less denser medium (air), it is bent (refracted) **away** from the normal. $a > i$
གཤམ་ཉེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱན་ལས་སྤྱི་ལོ་(རྒྱུད)ནང་སློང་ཆེ། འོད་ཟེར་དེ་དང་ཐིག་གི་སེམས་ཀྱི་སྤྱོད་ས་སུ་འཕྲོག་འཕྲོ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། $a > i$

Application: བེད་སློང།

Light beam passing through a prism
འོད་ཟེར་ཞིག་འཇའ་ཤེལ་བརྒྱན་ནས་གཏོང་བ།



2. Optical Image Formation

༡ ་ འོད་རིག་གི་སྣང་བརྒྱན་སྐབ་ཚུལ།

Learning Objective

སློབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་བ།

Identify the image formation in optics

འོད་སྣང་རིག་པའི་ནང་སྣང་བརྒྱན་སྐབ་ཚུལ་འོས་བཟུང་བ།

Pinhole camera བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང།

We will compare three types of images: 1. an image on paper; 2. a projected image; and 3. an image on a television screen. Here we will focus on the projected image. The simplest one we can produce with the pinhole camera. A pinhole camera is a box with a very small hole on one side and a screen (parchment paper) on the opposite side.

བར་ཆས་སྣང་བརྒྱན་གསུམ་གྱི་བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང་ཡིན། ༡ ་ འོག་བུའི་འོས་ཀྱི་སྣང་བརྒྱན། ༢ ་ འབྲུང་བུ་ཐོན་པའི་སྣང་བརྒྱན་དང། ༣ ་ གསུགས་མཐོང་ཚུང་འཕྲིན་གྱི་སྣང་བརྒྱན། བར་ཆས་འདྲིང་འབྲུང་བུ་ཐོན་པའི་སྣང་བརྒྱན་ལ་གཙོ་བོར་དམིགས་ཚུ་ཡིན། དེ་ལྟ་བུའི་སྐབས་བདེ་འོས་ནི་བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་བསྐྱེད་བུ། བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང་ནི་སྤྱོད་ས་གཅིག་ལ་བུ་ག་སྐྱ་མོ་ཞིག་དང་སྤྱོད་ས་གཞན་དེར་སྣང་བརྒྱན་ཐོག་ཡུལ་གྱི་འོས་ཀྱི་འོག་ཀྱི་ཞིག་ཡོད་པའི་སྣང་ཞིག་ཡིན།

Experiments:

1. Observe a light source (e.g. burning candle) with a pinhole camera. Change the distance from the object (candle) to the hole. What can you observe?
2. Observe a light source (e.g. burning candle) with a pinhole camera. Change the size of the hole. What can you observe?

བརྒྱན་དབྱེད།

༡ ་ འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་ཀྱི་དཔེར་ན། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལྷ། ་ ལ་བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་ལྟ་ཞིབ་བྱོས། དངོས་པོ་འཇའ་ཡང་ལྷ་ནས་བུ་གའི་བར་ཚུང་ཐག་ལ་འབྲུང་བ་གཏོང། བྱེད་ཀྱིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

༢ ་ འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་ཀྱི་དཔེར་ན། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལྷ། ་ ལ་བར་ཆས་བུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་ལྟ་ཞིབ་བྱོས། བུ་གའི་ཆེ་ཆུང་ལ་འབྲུང་བ་གཏོང། བྱེད་ཀྱིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

An image of objects outside the box in front of the hole of the pinhole camera can be seen on the screen on the backside. How does this happen? For the sake of clarity, we will represent the “landscape” we wish to show as three luminous points (blue, green, red) all lying on one plane. Figure 1 shows this plane from the side. Only three thin beams of the light going to the right are allowed through the **aperture** (small hole). We allow these light beams to fall upon a screen (parchment paper). The light coming through the pinhole hits the screen in three places and is scattered.

སྐམས་གྱི་ཕྱི་ལོགས་སུ་བྱ་གཞི་མདུན་དོས་སུ་ཡོད་པའི་དངོས་པའི་སྒྲུབ་བརྟན་དེ་རྒྱབ་དོས་ཀྱི་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་ལ་མཐོང་ཐུབ། དེ་རི་ལྟར་བྱུང་བའམ། གསལ་ཆ་དོད་པོ་ཡོང་བའི་ཕྱིར་དེ་ཚོས་བརྟན་འདོད་ཡོད་པའི་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་དོས་གཅིག་གི་སྟེང་དུ་གནས་པའི་བཟང་མདངས་ཅན་གྱི་ཆེག་གསུམ་ཀྱི་སྒོན་པོ། ལྷང་ལྷ། དམར་པོ། གྱིས་མཚོན་པར་བྱེད། དཔལ་རིས་དང་པོའི་དོས་དེ་རྒྱར་ཕྱོགས་ནས་བརྟན་ཡོད། གསལ་ཕྱོགས་སུ་འཕྲོ་བཞེན་པའི་འོད་ཟེར་སྐོ་ལོ་གསུམ་པོ་ཁོ་ན་གྱི་སྐོ་ལོ་དེའི་བརྒྱུད་དེ་འཕྲོ་ཐུབ། དེ་ཚོས་འཕྲོ་གདུང་དེ་དག་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་ཀྱི་ཀོ་ཤོག་ཀྱི་ཏུ་འཕྲོག་ཏུ་འཇུག་བྱ་གསུམ་པོ་ལས་ཐོན་པའི་འོད་ཟེར་རྣམས་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་གྱི་གནས་མི་འདྲ་བ་གསུམ་པོ་འཕྲོག་ཅིང་དེ་དག་རྣམས་འཐོར་འགྲེམས་བྱེད།

We now have three luminous points A', B' and C' on parchment paper. A' is an image of A, B' is an image of B and C' is an image of C. The distribution of light is the same as that of the three luminous points A, B, and C, only their order has been reversed. We can say that the image stands on its head. In our example, the luminous “object points” were lying on a single plane, and the parchment paper screen of the pinhole camera was parallel to this plane. The object was as flat as the screen. Now we will assume that the object has “depth”: One of the points D (pink) lies further back than the others. The screen is flat so we obtain a flat picture of the object with "depth". Our “landscape” has again been flattened.

ད་དེ་ཚོས་ཀོ་ཤོག་གི་སྟེང་དུ་བཟང་མདངས་ཅན་གྱི་ཆེག་ས་ A' དང། B' དང། C' བཅས་གསུམ་ཡོད། A' རི་ A ཡི་སྒྲུབ་བརྟན་དང། B' རི་ B ཡི་སྒྲུབ་བརྟན་དང། C' རི་ C ཡི་སྒྲུབ་བརྟན་བཅས་ཡིན། འོད་ཀྱི་ཁྲབ་ཚུལ་དེ་བཟང་མདངས་ཅན་གྱི་ཆེག་ས་ A དང། B དང། C གསུམ་པོ་དང་མཚུངས་པ་ཡིན་ཡང། དེ་དག་གི་གོ་རིམ་ཅུ་ལྟོག་པ་ཡིན། དེ་ཚོས་སྒྲུབ་བརྟན་དག་མགོ་རྟོང་སྒྲོག་ནས་འདུག་པར་བརྗོད་ཚོག་དེ་ཚོའི་དཔེ་མཚོན་འདིའི་ནང་དངོས་པའི་ཆེག་དེ་དག་དོས་གཅིག་གི་སྟེང་ན་ཡོད་ལ། པར་ཆས་བྱ་གཙུག་ཅུང་གི་ཀོ་ཤོག་གི་དོས་དེ་ཡང་དོས་དེ་དང་ཐད་གཤིབ་དུ་གནས་ཡོད། དངོས་པོ་དེ་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་ལྟར་དོས་ལེབ་མོ་ཞིག་ཡིན། ད་དེ་ཚོས་དངོས་པོ་ལ་གཉིང་ཚད་ཡོད་པར་དོས་འཛིན་བྱ་རྒྱུ་ཡིན། ཆེག་དེ་དག་ལས་ D (ཟིང་སྐྱ།) རི་ཆེག་གཞན་ལས་ལྷག་པར་རྒྱབ་དུ་གནས་ཡོད། སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་གྱི་དོས་ལེབ་མོ་ཡིན་པར་བརྟན་དེ་ཚོར་དངོས་པོའི་སྒྲུབ་བརྟན་ལེབ་མོ་ཡིན་ལ་གཉིང་ཚད་ཡོད་པ་ཞིག་བྱུང། དེ་ཚོའི་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་བསྐྱར་དུ་ལེབ་མོར་སོང་བ་ཡིན།

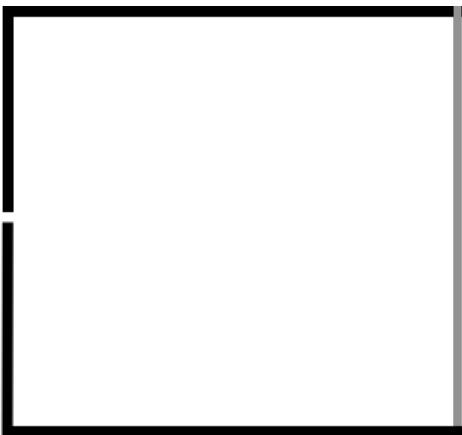


Figure 1: The light coming from the object first meets a small hole (aperture) and then a parchment paper screen. The hole again ensures that the light falling anywhere upon the screen comes from only one direction. Even if the light points are not on one plane, on the screen they are in one.
རི་མོ། གྱི་འོད་རྣམས་དང་པོ་བྱ་གཙུག་ཅུང་ནང་འཇུག་ནས་རི་སུ་ཀོ་ཤོག་སྟེང་དུ་འཇུག། བྱ་གཙུག་ཅུང་གིས་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་སྟེང་དུ་འོད་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ནས་མ་གཉོགས་འཕྲོག་མི་འཇུག་འོད་ཀྱི་ཆེག་རྣམས་དོས་གཅིག་གི་སྟེང་ལ་མེད་ཀྱང་སྒྲུབ་བརྟན་སོག་ཡུལ་གྱི་སྟེང་དུ་དོས་གཅིག་ལ་ཡོད།

If we observe the image on the screen of the pinhole camera, it is very dark. Maybe you think that this is easy to fix by just making the hole a little bigger. What have you observed with experiment 2? The picture becomes blurred. You can see why this happens by looking at Figure 2. In the picture of Figure 1, the hole is small. The image of the object points A to D are four tiny luminous points A' to D'. In Figure 2, the hole (**aperture**) has been enlarged. The “images” of A and B are now two spots that overlap. It is difficult to distinguish A' from B'. The picture of points A and B is blurred.

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་སར་ཆས་བྱ་བ་ཚུང་ཚུང་གི་སྒྲོང་བརྒྱན་འོག་ལུལ་ལ་བལྟས་ཆེན་གསུང་ཡིན། རྒྱུ་ཤིས་དེ་ནི་བྱ་བ་ཆེ་བུ་བཏང་སྟེ་བཟོ་གཅོས་སྒྲོང་བཞིན་པའི་སྐད་མོད། རྒྱུ་ཤིས་བརྒྱན་དབྱུང་གཉིས་པའི་ནང་ལྷ་ཞིབ་གང་བྱུང་ངམ། བར་རིས་དེ་མི་གསལ་བར་འགྱུར། རྒྱུ་ཤིས་དེ་ལྷར་ཅིའི་བྱིར་འབྱུང་བ་དམི་རིས་གཉིས་པ་ལས་མཐོང་བྱུང། དམི་རིས་དང་པོའི་ནང་བྱ་བ་སྐོ་ཡོད། དངོས་པོ་ A ནས་ D ཡི་སྒྲོང་བརྒྱན་ནི་བཟང་མདངས་ཅན་གྱི་ཆེན་པོ་ A' ནས་ D' བར་བཞི་པོ་ཡིན། དམི་རིས་གཉིས་པའི་ནང་བྱ་བ་ཆེ་བུ་བཏང་ཡོད། དེས་ན་ A དང་ B ཡི་སྒྲོང་བརྒྱན་གཅིག་ཐོག་ཏུ་གཅིག་བཞེགས་ནས་ཡོད། A' དང་ B' གཉིས་སོ་སོར་འབྲེད་པར་དཀའ། ཆེན་པོ་ A དང་ B ཡི་སར་རིས་མི་གསལ།

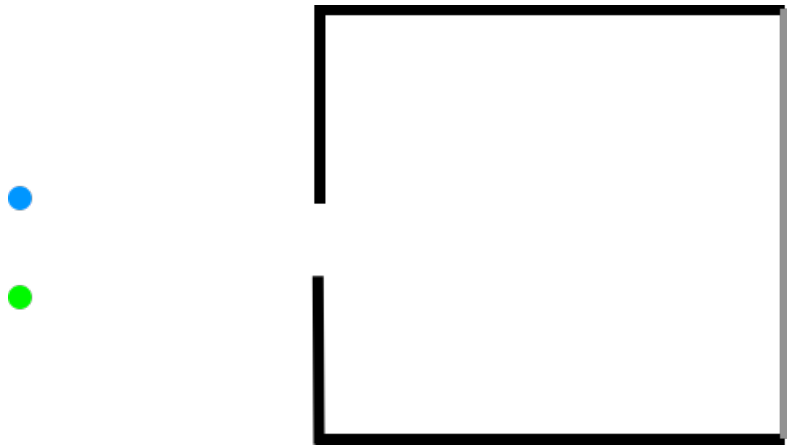


Figure 2: Large hole: The images overlap and are blurred
 རི་མོ་ ༢ ། བྱ་བ་ཆེན་པོ། སྒྲོང་བརྒྱན་སྐོ་ཡོད་པའི་བྱ་བ་ཆེན་པོ་གསལ་བ་ཡོད།

Conclusion: མཐུག་སྒྲོམ།

The larger the hole of a pinhole camera, the brighter and more blurred the picture will be.

སར་ཆས་བྱ་བ་ཚུང་ཚུང་གི་བྱ་བ་ཆེ་བུ་ཅམ་ཆེ་བ་དེ་ཅམ་གྱི་སྒྲོང་བརྒྱན་མདངས་བཟང་པོ་དང་མི་གསལ་བ་ཡོད།

How can we improve the pinhole camera to get a sharp and a bright image?
 ང་ཚོས་སར་ཆས་བྱ་བ་ཚུང་ཚུང་གི་སྒྲོང་བརྒྱན་གསལ་བོ་དང་མདངས་བཟང་པོ་ཡོད་པའི་བར་ལེགས་བཟོས་གཞན་གཞོན་དགོས་སམ།

3. Lenses

༣ ། དྲུང་ས་ཤེལ།

Learning Objective
 རྫོགས་གཉེན་བྱེད་པའི་དགོས་པ།

Experience the image emergence with a lens.
 དྲུང་ས་ཤེལ་ལས་སྒྲོང་བརྒྱན་མངོན་དུ་འགྱུར་ཚུལ་མྱོང་ཚོར་བྱ་རྒྱ།

Experiments: བརྒྱན་དབྱུང།

1. The magnifier is a simple so called converging lens. Look at it carefully and describe the form of it.
2. Take the magnifier, a sheet of paper and a scale. Hold the magnifier against the sun so the sunlight can pass the magnifier and behind hits the paper. Change the

distance between lens and paper and observe the image on the paper. Measure the distance between the lens and the paper, when the sun appears on the sheet in one very small dot.

3. Take a candle, the magnifier and a white paper. Put the burning candle 15 cm in front of the vertical orientated magnifier standing on the floor. With the paper try to catch the image of the candle. Is it a sharp image of the candle? How can you get a sharp image? Adjust the position of the paper, so you get a sharp image. Change the distance between magnifier and candle. What do you observe to get again a sharp image of the candle?

- 1 ་ ཆེ་ཤེས་ཟེར་བཞི་འོད་འདུ་བའི་འདུ་ཤེས་སྐབས་བདེ་ཞིག་རེད། དེར་ཞིབ་བལྟ་བུས་རྗེས་དེའི་གཟུགས་དབྱིབས་འབྲེལ་བཞེད་གྲིས།
- 2 ་ ཆེ་ཤེས་དང་། འོག་གྲུ་ ཐེག་ཤིང་ཞིག་དགོས། ཆེ་ཤེས་དེ་ཉི་མར་སྒྲིན་ཏེ་དེ་བརྒྱུད་དེ་འགྲོ་བའི་འོད་ཟེར་འོག་གྲུའི་ངོས་སུ་ཕོག་བ་གྲོས། ཆེ་ཤེས་དང་འོག་གྲུའི་བར་གྱི་རྒྱ་ཐག་ལ་འགྲུར་བ་བཏང་སྟེ་འོག་ངོས་ཕོག་གི་སྤང་བརྟན་ལ་ལྟ་ཞིབ་གྲོས། འོག་གྲུའི་ངོས་སུ་ཉི་མའི་སྤང་བརྟན་ཏེ་ཅང་རྒྱུང་རྒྱུང་ཡོད་པའི་གནས་སྐབས་གྱི་ཆེ་ཤེས་དང་འོག་གྲུའི་བར་གྱི་རྒྱ་ཐག་འཛོལ།
- 3 ་ ཡང་ལྷ་དང་། ཆེ་ཤེས། འོག་གྲུ་དཀར་པོ་ཞིག་དགོས། མེ་འབར་བཞེན་པའི་ཡང་ལྷ་དེ་ཞལ་འོག་ཏུ་གྲུ་འཛོལ་དུ་ཡོད་པའི་ཆེ་ཤེས་ལས་སེན་ཉི་མེ་ཉར་ ་ ཅམ་དུ་ཞོག་ འོག་གྲུ་དེའི་ངོས་སུ་ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་འཆར་ཐབས་གྲིས། ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་འདུག་གས། བྲིད་གྲིས་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་ཐབས་རྗེ་ལྟར་བྲིད་དམ། སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་གྱིར་འོག་གྲུའི་འཛོལ་གནས་ལ་འགྲུར་བ་ཐོང་། ཆེ་ཤེས་དང་ཡང་ལྷའི་བར་གྱི་རྒྱ་ཐག་ལ་སྤྱར་དུ་འགྲུར་བ་གཏོང་། ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་ཡོང་ཐབས་ལ་བྲིད་གྲིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྲུང་དམ།

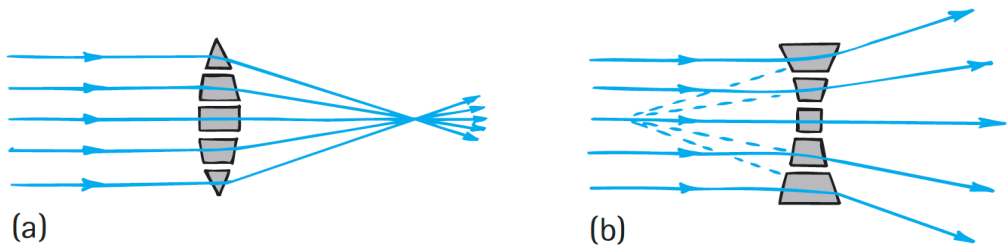


Figure 3: A lens may be thought of as a set of blocks and prisms. (a) Converging, (b) Diverging lens.
 རི་མོ། 3 ་ དང་སེམས་ཤེས་འཛུགས་ཤིང་སེམས་ཤེས་འཛུགས་པ་འདྲ། 1 ་ འདུ་ཤེས། 2 ་ གྲུ་ཤེས།

When you think of lenses, think of sets of glass prisms arranged as shown in Figure 3. They refract incoming parallel light rays so that the rays converge to (or diverge from) a point F. The arrangement shown in Figure 3a converges the light, and we have a **converging lens**. Notice that it is thicker in the middle. In the arrangement shown in Figure 3b, the middle is thinner than the edges. Because this lens diverges the light, we have a **diverging lens**. Note that the prisms in (b) diverge the incident rays in a way that makes them appear to originate from a single point in front of the lens. In both lenses, the greatest deviation of rays occurs at the outermost prisms because they have the largest angle between the two refracting surfaces. No deviation occurs exactly in the middle because in that region the two surfaces of the glass are parallel to each other (light doesn't deviate when it passes through glass with parallel surfaces, like window glass). A real lens is not made of prisms, of course. It is made of a solid piece of glass with surfaces ground usually to a circular curve. In Figure 4, we see how smooth lenses refract waves.

བྲིད་གྲིས་དང་སེམས་ཤེས་སྒོར་བསམ་སྒོར་ཞིག་གཏོང་སྐབས་འཛུགས་ཤིང་སེམས་ཤེས་འཛུགས་པ་ཞིག་དཔེ་རིས་གསུམ་པའི་ནང་བརྟན་ཡོད། དེ་དག་གིས་ནང་དུ་ཞུགས་པའི་ཐང་གཤིབ་འོད་ཟེར་དག་ལ་འཁྲུག་འཛོལ་བྱས་རྗེས་འོད་ཟེར་དག་ཚེག་ F ཡི་ཕོག་ཏུ་འདུ་བར་བྱེད་པའམ་གྲིས་པར་བྱེད། དཔེ་རིས་ 3a ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་སྤངས་དེའི་འོད་འདུ་བས་དེ་ཉི་མའི་འདུ་ཤེས་ཞིག་ཡིན། དེའི་དབྱིལ་གྱི་ཆེ་ཤས་མཐུག་པོ་ཡོད་པར་ངེས་དགོས། དཔེ་རིས་ 3b ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་སྤངས་དེའི་ནང་དབྱིལ་གྱི་ཆེ་ཤས་ལས་མཐུག་པོ་ལྡོག་གཉིས་མཐུག་པ་ཡོད། དེ་ལྟ་བུའི་དང་སེམས་ཤེས་གྲིས་འོད་གྲུས་དུ་བརྟན་པར་བཞེན་དེ་དག་ལ་གྲུ་ཤེས་ཤེར་བ་ཡིན། དཔེ་རིས་ (b) ཡི་ནང་དོ་སྤང་བྲུ་དགོས་པ་ཞིག་ནི། འཛུགས་ཤིང་དག་གིས་ནང་

- ༡ ་ ཆེ་ཤེས་ཞིག་གིས་རང་གི་རྩོགས་པའི་མིག་ལ་རྟོག་ཞིབ་གིས།
- ༢ ་ རྩོགས་པའི་མིག་ལ་དོ་སྣང་ཡག་པོ་བྱེད་ནས་ལྟོས། བྱིད་ཀྱིས་རྩོགས་པའི་མིག་ལ་སློབ་གསུངས་ལག་ཐོག་ཁ་བར་གིས་སློབ་བྱ་དོད་སྤར་སྐབས་གང་མཐོང་གི་འདུག་གས།

Light enters your eyes (Figure 5) through a tough, transparent layer called the **cornea**, which is continuous with the “whites” of your eyes. Light then passes through a small hole, the **pupil**. The **iris**, the part of the eye that gives you your eye colour, surrounds the pupil and controls its size. In bright light, the pupil is small. In dim light, the pupil expands to let in more light. From the pupil, light passes through the lens. The **lens** focuses light on the **retina** at the back of the eyeball. The retina is covered with light-sensitive cells called **rods** and **cones** (Figure 6). When light hits the rods and cones, it changes the action potentials they transmit a signal to the brain. The bundle of neurons that takes visual information from the retina to the brain is called the **optic nerve**.

སློབ་སློབ་ཞེས་པ་འབྲེགས་ཞིང་དང་སེམས་གསལ་གྱི་སློབ་མོ་མིག་ལ་དཀར་པོ་ཡི་མཚམས་སུ་མཐུན་པ་དེའི་རྒྱ་དོད་བྱེད་ཀྱི་མིག་ལ་མ་དུ་ཞུགས། རྩོགས་པའི་མིག་གི་ཆུ་ལ་མོ་ཞེས་པའི་བུ་ག་ལ་མོ་ཞེས་ཆུ་དེ་འགོ་ཡི་ཡོད། འཇམ་སློབ་ཡིས་བྱེད་ཀྱི་མིག་གི་ཁ་དོག་གི་བྱེད་པོ་ཞི་ཡིན་ཞིང་དེས་མིག་གི་ཆུ་ལ་མོ་མཐུང་ནས་སློབ་ཉེ་དེའི་ཆེ་ཆུང་ལ་སྤངས་འཛིན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འོད་ལྷགས་ཆེ་སྐབས་མིག་གི་ཆུ་ལ་མོ་ཆུང་བ་དང་ནག་ཁུང་སྐབས་མིག་གི་ཆུ་ལ་མོ་ཆེ་བུ་སོང་སྟེ་འོད་གང་མང་ནང་དུ་ལེན་བར་བྱེད། མིག་གི་ཆུ་ལ་མོ་ནས་འོད་དེ་དང་སེམས་ལེགས་པར་བྱེད་འགོ་ཡི་ཡོད། དང་སེམས་ཤིག་འོད་བསྐྱེས་ཉེ་མིག་ཤིག་གི་ཆུ་བ་ན་ཡོད་པའི་བྱ་སྐྱེད་རོལ་སུ་དམིགས་ཀྱི་ཡོད། བྱ་སྐྱེད་འོད་ཚོར་སྤར་བྱེད་ཀྱིས་དམིགས་དང་སྤྱི་དམིགས་དང་སྤྱི་དམིགས་སྤར་བྱེད་ཀྱིས་བྱེད་འོད་ཐོག་སྐབས་སྤར་བྱེད་དེ་དག་གིས་ལྷན་བར་གཏོང་བའི་ལས་འཇུག་ལུས་པར་འགྲུར་བ་བྱུང། བྱ་སྐྱེད་ནས་ལྷན་བར་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་སྐྱེལ་བའི་དབང་ཅའི་ཆུན་པོ་ལ་མིག་གི་དབང་ཅ་ཟེར།

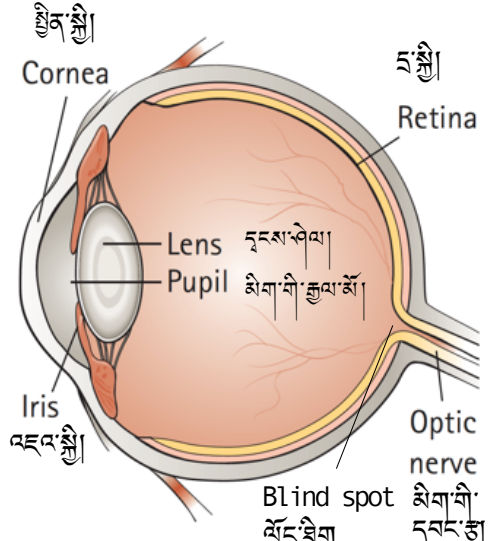


Figure 5: Cross-section of human eye. The eyes convert light into action potentials that is how the nerves are sending a signal to the brain.

དེ་ལྟོ་ ༥ ་ མིའི་མིག་གི་ཁ་གཤམ་གི་རོལ། མིག་གིས་འོད་རྣམས་ལས་འཇུག་ལུས་པའི་རོ་བོར་བརྒྱུད་ལྷན་བར་ལ་ཆ་འཕྲིན་གཏོང་གི་ཡོད།

The two types of light-sensitive cells in your eyes, rods and cones, have different functions. **Rods** are very sensitive to light and are especially important for seeing in dim light. Rods cannot discriminate colours and allow you to see only black, white, and shades of grey. This is why, in a dark room, you cannot see the difference between a navy-blue shirt and a maroon shirt. (Most people are so used to this, however, that they don't even realize they've lost their colour vision!) Rods also are not very good at making out fine details, which is why your night vision is grainy and not very sharp. **Cones** detect colour. Your eyes have three types of cones that respond most strongly to red, green, and blue light. All the shades you see are made up of different

combinations of these three colours. Colour-blindness results from having a non-functioning version of one or more cone type.

འོད་ཚོར་ལྔ་ཕྱུང་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་གཉིས་ལ་བྱེད་ལས་མི་འབྲ་བ་ཡོད། དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྱུང་ནི་འོད་ལ་ཚོར་བ་
སྐྱེན་པོ་ཡིན་པ་དང་འོད་མི་གསལ་བའི་སྐབས་སུ་མཐོང་བར་བྱེད་པར་གལ་ཆེན་པོ་ཡིན། དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྱུང་གིས་ཁ་དོག་དབྱེ་འབྲེད་
བྱེད་མི་ཐུབ་ཀྱང་དེ་དག་གིས་ཁྱེད་ལ་དཀར་པོ་དང་ནག་པོ་དང་སྐྱ་པོའི་མདོག་གི་མདངས་འགའ་ཤས་མཐོང་བར་རོགས་བྱེད། དེས་ན་འོད་
མདངས་ཞན་པའི་ཁང་པ་ཞིག་གི་ནང་ཁྱིམ་གྱིས་ལོས་སྡོ་ནག་ཅན་ཞིག་དང་དམར་སྐྱུག་ཅན་གཉིས་ཀྱི་ཁྱེད་པར་བྱེད་མི་ཐུབ། ། སྤྱི་མང་པོ་ཞིག་
གིས་གོམས་འདྲིས་ཐེབས་པར་སྐྱེན་གྱིས་རང་ཉིད་ཀྱི་ཁ་དོག་མཐོང་བའི་རུས་པ་བརྒྱགས་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་གི་མེད། ། དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྱུང་
ཕྱུང་དག་གིས་མཐོང་ཚོར་གྱི་དཛོལ་པོའི་ཞིབ་ཕྲ་ལེགས་པར་འབྲེད་མི་རུས། དེས་སྐྱེན་པས་ཁྱེད་ཀྱི་མཚན་མོའི་མིག་ཤེས་དེ་རབ་རིབ་ཅན་དང་
མངོན་གསལ་མེད་པ་ཡོད། སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་གིས་ཁ་དོག་རྟོགས་ཐུབ། ཁྱེད་ཀྱི་མིག་ལ་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་རིགས་མི་འབྲ་བ་གསུམ་ཡོད་
པ་དེ་དག་རེ་རེས་འོད་དམར་པོ་དང་ལྗང་ཁུ་དང་སྐྱ་པོ་སོ་སོར་ལ་ལན་བྲག་པོ་བྱེད། ཁྱེད་ཀྱི་མཐོང་བཞིན་པའི་མཚན་མདངས་ཐམས་ཅད་ཁ་
དོག་དེ་གསུམ་པོ་འདྲེས་སྡོར་བྱེད་པ་ལས་འགྲུབ་པ་ཡིན། ཁ་དོག་འོང་བ་བྱུང་བའི་རྒྱ་མཚན་ནི་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་གཅིག་གམ་མང་པའི་བྱེད་
ལས་མ་བྱེད་པར་སྐྱེན་གྱི་ཡིན།

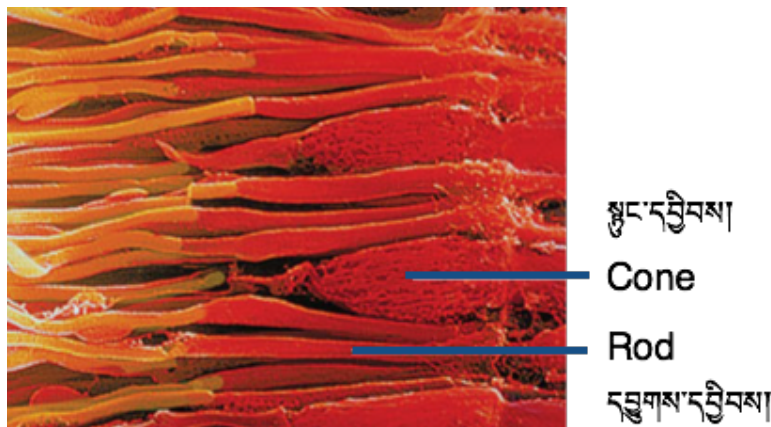


Figure 6: Rods and cones are the light-sensitive cells in the eyes. As you can see, both rods and cones are named for their shape. This is a picture taken through a microscope and therefore is magnified more than 1000 times.

རི་མོ། ༤ ། དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་ནི་མིག་གི་འོད་ཚོར་ཕྱུང་ཡིན། དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་གཉིས་ཀྱི་ཐ་སྙུང་ནི་ཕྱུང་གི་བཙོ་
དབྱིབས་ལ་བརྟེན་ནས་མིང་འདོགས་པ་ཡིན། ལོང་གི་པར་དེ་ཕྱ་མཐོང་ཆེ་ཤེས་ནས་རྒྱབ་པའི་པར་རིས་ཞིག་ཡིན་ལ་པར་དེ་ ༡༠༠༠ ཅམ་ཆེ་བྱ་བའི་ལེག་རེད།

Interesting to know

If you accidentally hit your eye, you may “see” a flash of light. This is because the impact stimulates the rods and cones. Since the brain interprets any signal from the rods and cones as light, you “see” light!

Vision is your best-developed sense. Rods and cones make up to 70%, of the sense cells in your body.

གལ་ཉེ་ཁྱེད་ཀྱིས་སྙུང་མེད་དུ་རང་ཉིད་ཀྱི་མིག་ལ་གཞུས་ཆེ་སྡོ་བྱུང་དུ་འོད་ཁྱུམ་མེར་བྱས་པ་སྙུང་། དེ་ནི་སྐྱེན་ཕྱུགས་ཀྱིས་དབྱུགས་དབྱིབས་
དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་ལ་སྐྱུལ་སྐྱེན་ཐེབས་པས་བྱུང་བ་ཞིག་རེད། ལྡན་པས་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་ལས་འབྲོར་བའི་བར་
ཅི་འབྲེན་ཡིན་ཅུང་འོད་དུ་དོས་འདྲིན་བྱས་པས་ཁྱེད་ཀྱིས་འོད་མཐོང་བ་རེད།
མཐོང་ཚོར་ནི་ཁྱེད་ཀྱི་དབང་ཚོར་ཀྱན་ལས་འཚར་འཕེལ་ལེགས་ཤོས་བྱུང་བ་དེ་ཡིན། དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྱུང་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྱུང་གཉིས་
ཀྱིས་ཁྱེད་ཀྱི་ལུས་པོའི་དབང་ཚོར་ཕྱུང་དག་ལས་བརྒྱ་ཆ་ ༧༠ ཅམ་གྱི་འགྲུབ་པ་ཡིན།

5. Correction of vision with glasses

༥ ་ མིག་ལེལ་གྱིས་མཐོང་ཚོར་ཚོད་བཅོས་བྱེད་པ།

If your eyes are not working properly and you have to hold your book far away from your eyes to see the letters clearly, you are so called long-sighted. Either the lens in your eye has a defect or your eyeball is too short. To correct this you can wear glasses with converging lenses.

གལ་ཏེ་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གི་བྱེད་ལས་ཉམས་པའི་དབང་གིས་དེ་བུ་ནང་གི་ཡི་གེ་གསལ་ལོར་མཐོང་བར་དེ་བུ་རང་ཉིད་ནས་རྒྱ་རམག་རིང་ལོར་བཟུང་དགོས་ཚེ། ཁྱེད་ནི་ཉེ་སློབ་བམ་རྒྱང་རིང་མཐོང་ལུས་ཞེས་པ་དེ་ཡིན། ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གི་དངས་ལེལ་ལ་སློན་ཡོད་པ་དང་ཡང་ན་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་རིལ་གྱི་སྤྱི་ལོ་ལྷོད་པའི་ཚུན་གྱིས་ཡིན། དེའི་བཅོས་ཐབས་སུ་ཁྱེད་ཀྱིས་འདུ་ལེལ་ཅན་གྱི་མིག་ལེལ་ལྟོན་དགོས།

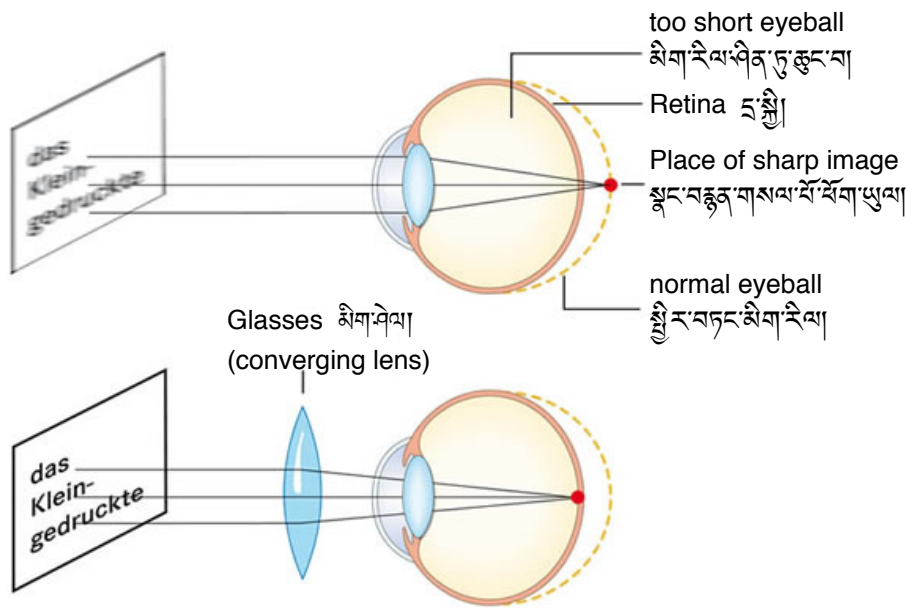


Figure 7: Upper picture: Eye of a long-sighted person. Lower picture: Same eye with glasses

6. Stereoscopic Vision

༥ ་ སྐ་ག་ཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་།

Definition: མཚན་ཉིད།

The stereoscopic vision or three-dimensional vision generates by the binocular viewing of objects, a measurable depth perception and spatial experience of the exterior. The stereoscopic vision is the highest form of binocular vision. (From Wikipedia)

སྐ་ག་ཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་དང་ལོ་ལོ་ལོ་ལོ་གསུམ་ཅན་རྒྱ་གཟུགས་ཀྱི་མཐོང་སྣང་ནི་མིག་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྣང་ཞིག་ལ་ཟེར་བ་དང་དེའི་ཕྱི་གཟུགས་ཀྱི་གཉིས་ཟུང་ཚབ་ཚད་ཀྱི་འདུ་ལེལ་དང་གོ་ལུལ་གྱི་ཉམས་པའི་ཚོད་སོགས་སླུན་སྲུབ། སྐ་ག་ཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་ནི་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྣང་གི་ཚད་མཐོ་ལོ་ལོ་ལོ་ལོ་ཞིག་ཡིན།

Explanation:

Unlike horses, humans have two eyes located side-by-side in front of their heads. Thanks to the close side-by-side positioning, each eye takes a view of the same area from a slightly different angle. The

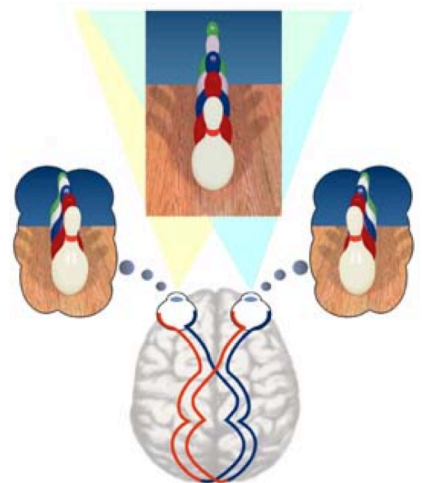


Fig. 8: Different views of the same object by the two eyes. The brain combines the two images to one with depth perception

དེ་མོ། ། དངོས་པོ་གཅིག་ལ་མིག་གཉིས་ཀྱིས་མཐོང་ཚུལ་མི་འདྲ་བ། རྒྱང་བས་སྣང་བརྟན་གཉིས་པོ་གཅིག་ཏུ་འདུས་ནས་གཉིས་ཟུང་ཚབ་ཚད་ཀྱི་འདུ་ལེལ་སླུན་པར་བྱེད།

- 3D interpretation: Size constancy and impossible figures
- Cognitive/Gestalt effects

- ངོས་གསུམ་ཅན་རྟོག་གཞུགས་ཀྱི་དོན་འགྲེལ།
འགྲུར་ལྗོད་མེད་པའི་བོངས་ཚད་དང་མི་སྲིད་པའི་བཟོ་དབྱིབས།
- དེས་འཛིན་ནམ་/སྒྲ་སི་ཉལ་གྱི་ཤུགས་རྒྱུན།

Conclusion: མཚུགས་ལྡོག་པ།

Be careful of what you think you see. It may not be the reality, because your brain makes another interpretation of what your eyes observe.

ལྟོད་ཀྱི་གང་མཐོང་བ་དང་གང་བསམ་བ་དེ་ལ་ཟབ་ཟབ་གྱིས། དེ་ནི་བདེན་པར་འཛིན་མི་རུང་། གང་ཡིན་ཟེར་ན་མིག་གིས་གང་མཐོང་བ་དེ་ལ་
མྱོད་པས་འབྲེལ་བརྗོད་ཐ་དད་པ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།