**Optical Lenses and Seeing\*)**

འོད་རིག་དྭངས་ཤེལ་དང་མཐོང་ཚོར།

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

**1. Repetition Optics  
༡༽ འོད་སྣང་རིག་པའམ་མིག་དབང་དཔྱད་རིག བསྐྱར་ཟློས།**

**Learning Objective  
སློབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།**  
*Repeat the facts about light-propagation, reflection and refraction.*འོད་ཁྱབ་འདལ་འགྲོ་ཚུལ་གྱི་དངོས་བདེན། ལྡོག་འཕྲོ་དང་འཁྱོག་འཕྲོའི་བསྐྱར་སྦྱོང་བྱ་རྒྱུ།

**Experiments:**

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

**བརྟག་དཔྱད།**

༡ ༽ ངོས་སྙོམས་མེ་ལོང་གི་ལེ་ཟེར་འཕྲོ་གདུང་ལྡོག་འཕྲོ་བྱེད་པ།

༢ ༽ ཆུའི་ནང་ཞུགས་ཁར་འཁྱོག་འཕྲོ་བྱུང་བའི་ལེ་ཟེར་འཕྲོ་གདུང་།

**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)   
སྟོང་སང་ནང་འོད་(འོད་རྡུལ་) ཀྱི་མགྱོགས་ཚད་ནི་སྐར་ཆ་གཅིག་ལ་ཀི་ལོ་མི་ཊར་འབུམ་གསུམ་ ༣༠༠,༠༠༠ ཙམ་རེད།

འདི་ནི་འཇིག་རྟེན་ཁམས་ནང་མགྱོགས་ཚད་མཐོ་ཤོས་དེ་རེད། (དཔེར་ན། ཉི་མའི་འོད་ཉི་མ་ནས་ང་ཚོའི་སར་སླེབས་པ་ལ་སྐར་མ་བརྒྱད་ཙམ་འགོར་གྱི་ཡོད།)

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

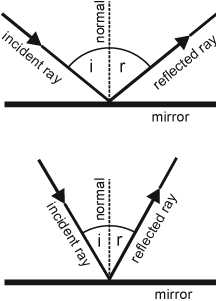
གདོས་ཚད་མེད་པའི་སྐབས་འོད་རྣམས་ཐད་ཐིག་ཐོག་འགྲོ་ཡི་ཡོད།

Light is interpenetrating without distortion.  
འོད་ནི་འགེག་མེད་དུ་ཕན་ཚུན་བསྐྱོད་པར་བྱེད།

White light is the composition of all rainbow colours.  
འོད་དཀར་པོ་དེ་འཇའ་མཚོན་གྱི་ཁ་དོག་མཐའ་དག་བསྡུས་པ་ལས་གྲུབ་པ་རེད།

Light takes always the fastest way to travel from one point to another.  
དེ་ནི་སྣེ་གཅིག་ནས་སྣེ་གཞན་བར་འགྲུལ་བཞུད་ཀྱི་སྐབས་འགྲུལ་ལམ་མྱུར་ཤོས་རྟག་ཏུ་ལེན་གྱི་ཡོད།

Light propagates in transparent matter with a lower speed.  
དྭངས་གསལ་གྱི་བེམ་གཟུགས་ནང་མྱུར་ཚད་ཞན་པ་ཡོད།

**Reflection ལྡོག་འཕྲོ།**

A **normal** is a vertical line to the mirror in the point, where the incident ray hits the mirror.   
དྲང་ཐིག་ནི་ནང་འཕྲོའི་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་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུན་ཐིག་གི་ཟུར་ཁུག་ལ་ཟེར།

The **angle of reflection (*r*)** is the angle between the reflected ray and the normal.    
ལྡོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ལྡོག་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུན་ཐིག་གི་ཟུར་ཁུག་ལ་ཟེར།

**Law of Reflection** ལྡོག་འཕྲོའི་གཏན་ཁྲིམས།

The angle of incidence equals the angle of reflection: ***i* = *r***ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་དང་ལྡོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་གཉིས་མཉམ་པ་ཡིན།

Incident ray, normal and reflecting ray form one plane normal to the mirror  
ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར། དྲང་ཐིག ལྡོག་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་བཅས་མེ་ལོང་གི་སྟེང་དུ་འཁོད་སྙོམ་པོ་གཅིག་བྱེད་ནས་ཡོད།

**Refraction འཁྱོག་འཕྲོ།**

The speed of light in glass or in water is less than in air.   
 འོད་ཀྱི་མགྱོགས་ཚད་ཤེལ་དང་ཆུའི་ནང་ནི་འོད་ཀྱི་མགྱོགས་ཚད་རླུང་ལས་ཞན་པ་ཡོད།



Glass or water is a denser medium.  
ཤེལ་ལམ་ཆུ་ནི་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོ་རེད།

Air is a less dense medium.   
རླུང་ནི་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོ་མ་རེད།

If light enters a denser medium or a less-denser medium, it changes direction. It is **refracted**.   
གལ་ཏེ་འོད་ཞིག་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོའམ་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོ་མེད་སར་སྐྱོད་ཚེ་འོད་དེ་ཁ་ཕྱོགས་འགྱུར་བ་དང་། འོད་དེ་འཁྱོག་པར་བྱེད།

The **angle of incidence** (*i*) is the angle between the incident ray and the normal  
 ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་དྲང་ཐིག་གཉིས་དབར་གྱི་ཟུར་ཁུག་ལ་ཟེར།

The **angle of refraction** (*a*) is the angle between the refracted ray and the normal.  
འཁྱོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་འཁྱོག་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་དྲང་ཐིག་གཉིས་དབར་གྱི་ཟུར་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་ཆུའི་ནང་ནས་ཕྱིར་རླུང་ཁམས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་ཕྱིར་སྐྱོད་ཚེ། འཁྱོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ལས་ཆེ་བ་ཡིན།

**Law of Refraction འཁྱོག་འཕྲོའི་གཏན་ཁྲིམས།**

• When a ray of light enters a denser medium (glass or water), it is bent (refracted) **towards** the normal. ***a* < *i***  
གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོ་(ཤེལ་ལམ་ཆུ་)ནང་སྐྱོད་ཚེ། འོད་ཟེར་དེ་དྲང་ཐིག་གི་ཕྱོགས་སུ་འཁྱོག་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***   
གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱུད་ལམ་སྟུག་པོ་མེད་སར་(རླུང་)ནང་སྐྱོད་ཚེ། འོད་ཟེར་དེ་དྲང་ཐིག་གི་ཕ་རོལ་གྱི་ཕྱོགས་སུ་འཁྱོག་འཕྲོ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། ***a >******i***



**Application:**བེད་སྤྱོད།

Light beam passing through a prism

འོད་ཟེར་ཞིག་འཇའ་ཤེལ་བརྒྱུད་ནས་གཏོང་བ།

**2. Optical Image Formation  
༢༽ འོད་རིག་གི་སྣང་བརྙན་སྒྲུབ་ཚུལ།**

**Learning Objective  
སློབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།** *Identify the image formation in optics*འོད་སྣང་རིག་པའི་ནང་སྣང་བརྙན་སྒྲུབ་ཚུལ་ངོས་བཟུང་བ།

**Pinhole camera** པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་།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.

ང་ཚོས་སྣང་བརྙན་གསུམ་གྱི་བར་ཁྱད་པར་བྱེད་རྒྱུ་ཡིན། ༡ ༽ ཤོག་བུའི་ངོས་ཀྱི་སྣང་བརྙན། ༢ ༽ འབུར་དུ་ཐོན་པའི་སྣང་བརྙན་དང་། ༣ ༽ གཟུགས་མཐོང་རླུང་འཕྲིན་གྱི་སྣང་བརྙན། ང་ཚོས་འདིར་འབུར་དུ་ཐོན་པའི་སྣང་བརྙན་ལ་གཙོ་བོར་དམིགས་རྒྱུ་ཡིན། དེ་ལྟ་བུའི་སྟབས་བདེ་ཤོས་ནི་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གིས་བསྐྲུན་ཐུབ། པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་ནི་ཕྱོགས་གཅིག་ལ་བུ་ག་ཕྲ་མོ་ཞིག་དང་ཕྱོགས་གཞན་དེར་སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་གྱི་ངོས་༼ ཀོ་ཤོག ༽ཞིག་ཡོད་པའི་སྒམ་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?

བརྟག་དཔྱད།

༡ ༽ འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་༼ དཔེར་ན། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལཱ། ༽ལ་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གིས་ལྟ་ཞིབ་བྱོས། དངོས་པོའམ་ཡང་ལཱ་ནས་བུ་གའི་བར་རྒྱང་ཐག་ལ་འགྱུར་བ་གཏོང་། ཁྱེད་ཀྱིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

༢ ༽ འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་༼ དཔེར་ན། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལཱ། ༽ལ་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གིས་ལྟ་ཞིབ་བྱོས། བུ་གའི་ཆེ་ཆུང་ལ་འགྱུར་བ་གཏོང་། ཁྱེད་ཀྱིེས་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.

སྒམ་གྱི་ཕྱི་ལོགས་སུ་བུ་གའི་མདུན་ངོས་སུ་ཡོད་པའི་དངོས་པའི་སྣང་བརྙན་དེ་རྒྱབ་ངོས་ཀྱི་སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་ལ་མཐོང་ཐུབ། དེ་ཇི་ལྟར་བྱུང་ངམ། གསལ་ཆ་དོད་པོ་ཡོང་བའི་ཕྱིར་ང་ཚོས་བསྟན་འདོད་ཡོད་པའི་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་ངོས་གཅིག་གི་སྟེང་དུ་གནས་པའི་བཀྲ་མདངས་ཅན་གྱི་ཚེག་གསུམ་༼སྔོན་པོ། ལྗང་ཁུ། དམར་པོ།༽ གྱིས་མཚོན་པར་བྱེད། དཔར་རིས་དང་པོའི་ངོས་དེ་ཟུར་ཕྱོགས་ནས་བསྟན་ཡོད། གཡས་ཕྱོགས་སུ་འཕྲོ་བཞིན་པའི་འོད་ཟེར་ཕྲ་མོ་གསུམ་པོ་ཁོ་ན་བུ་ག་ཕྲ་མོ་དེའི་བརྒྱུད་དེ་འགྲོ་ཐུབ། ང་ཚོས་འཕྲོ་གདུང་དེ་དག་སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་ ༼ཀོ་ཤོག༽ ཏུ་འཕོག་ཏུ་འཇུག བུ་ག་ཕྲ་མོ་ལས་ཐོན་པའི་འོད་ཟེར་རྣམས་སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་གྱི་གནས་མི་འདྲ་བ་གསུམ་ལ་འཕོག་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་ང་ཚོར་ཀོ་ཤོག་གི་སྟེང་དུ་བཀྲ་མདངས་ཅན་གྱི་ཚེགས་ A’ དང། B’ དང། C’ བཅས་གསུམ་ཡོད། A' ནི་ A ཡི་སྣང་བརྙན་དང་། B' ནི་ B ཡི་སྣང་བརྙན་དང་། C' ནི་ C ཡི་སྣང་བརྙན་བཅས་ཡིན། འོད་ཀྱི་ཁྱབ་ཚུལ་དེ་བཀྲ་མདངས་ཅན་གྱི་ཚེགས་ A དང། B དང། C གསུམ་པོ་དང་མཚུངས་པ་ཡིན་ཡང་། དེ་དག་གི་གོ་རིམ་ཙམ་ལྡོག་པ་ཡིན། ང་ཚོས་སྣང་བརྙན་དག་མགོ་རྟིང་སློག་ནས་འདུག་པར་བརྗོད་ཆོག ང་ཚོའི་དཔེ་མཚོན་འདིའི་ནང་དངོས་པོའི་ཚེག་དེ་དག་ངོས་གཅིག་གི་སྟེང་ན་ཡོད་ལ། པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གི་ཀོ་ཤོག་གི་ངོས་དེ་ཡང་ངོས་དེ་དང་ཐད་གཤིབ་དུ་གནས་ཡོད། དངོས་པོ་དེ་སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་ལྟར་ངོས་ལེབ་མོ་ཞིག་ཡིན། ད་ང་ཚོས་དངོས་པོ་ལ་གཏིང་ཚད་ཡོད་པར་ངོས་འཛིན་བྱ་རྒྱུ་ཡིན། ཚེག་དེ་དག་ལས་ D (ཟིང་སྐྱ།) ནི་ཚེག་གཞན་ལས་ལྷག་པར་རྒྱབ་ཏུ་གནས་ཡོད། སྣང་བརྙན་ཕོག་ཡུལ་གྱི་ངོས་ལེབ་མོ་ཡིན་པར་བརྟེན་ང་ཚོར་དངོས་པོའི་སྣང་བརྙན་ལེབ་མོ་ཡིན་ལ་གཏིང་ཚད་ཡོད་པ་ཞིག་བྱུང་། ང་ཚོའོ་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་བསྐྱར་དུ་ལེབ་མོར་སོང་བ་ཡིན།

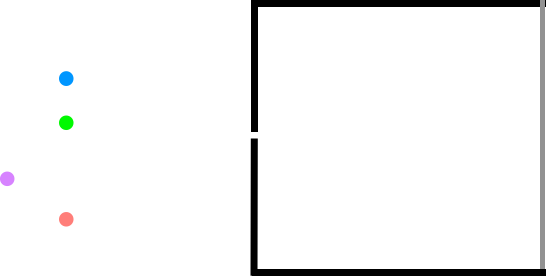


Figure 1: The light coming from the object first meets a small hole (aperture) and then a parchment paper screen. The hole again ensures that the light falling anywhere upon the screen comes from only one direction. Even if the light points are not on one plane, on the screen they are in one.

རི་མོ། ༡ ༽ འོད་རྣམས་དང་པོ་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་ནང་འཛུལ་ནས་རྗེས་སུ་ཀོ་ཤོག་སྟེང་དུ་འཆར། བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གིས་སྣང་བརྙན་འཕོག་ཡུལ་སྟེང་དུ་འོད་རྣམས་ཕྱོགས་གཅིག་ནས་མ་གཏོགས་འཕོག་མི་འཇུག འོད་ཀྱི་ཚེག་རྣམས་ངོས་གཅིག་གི་ཐོག་ལ་མེད་ཀྱང་སྣང་བརྙན་འཕོག་ཡུལ་གྱི་སྟེང་དུ་ངོས་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་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གི་སྣང་བརྙན་འཕོག་ཡུལ་ལ་བལྟས་ཚེ་ནག་ཁུང་ཡིན། ཁྱེད་ཀྱིས་དེ་ནི་བུ་ག་ཆེ་རུ་བཏང་སྟེ་བཟོ་གཅོས་སླ་བ་ཞིག་རེད་བསམ་སྲིད་མོད། ཁྱེད་ཀྱིས་བརྟག་དཔྱད་གཉིས་པའི་ནང་ལྟ་ཞིབ་གང་བྱུང་ངམ། པར་རིས་དེ་མི་གསལ་བར་འགྱུར། ཁྱེད་ཀྱིས་དེ་ལྟར་ཅིའི་ཕྱིར་འབྱུང་བ་དཔི་རིས་གཉིས་པ་ལས་མཐོང་ཐུབ། དཔེ་རིས་དང་པོའི་ནང་བུ་ག་ཕྲ་མོ་ཡོད། དངོས་པོ་ A ནས་ D ཡི་སྣང་བརྙན་ནི་བཀྲ་མདངས་ཅན་གྱི་ཚེག་ A’ ནས་ D’ བར་བཞི་པོ་ཡིན། དཔེ་རིས་གཉིས་པའི་ནང་བུ་ག་ཆེ་རུ་བཏང་ཡོད། དེས་ན་ A དང་ B ཡི་སྣང་བརྙན་གཅིག་ཐོག་ཏུ་གཅིག་བརྩེགས་ནས་ཡོད། A’ དང་ B’ གཉིས་སོ་སོར་འབྱེད་པར་དཀའ། ཚེག་ A དང་ B ཡི་པར་རིས་མི་གསལ།

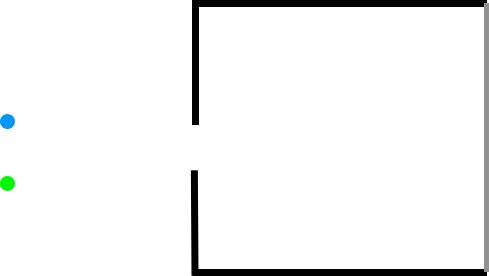


Figure 2: Large hole: The images overlap and are blurred

རི་མོ། ༢ ༽  བུ་ག་ཆེན་པོ།  སྣང་བརྙན་སྣོལ་ལྟེབ་རྒྱག་པ་དང་མི་གསལ་བ་ཡོང་།

**Conclusion:** མཇུག་སྡོམ།

The larger the hole of a pinhole camera, the brighter and more blurred the picture will be.  
པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གི་བུ་ག་ཇི་ཙམ་ཆེ་བ་དེ་ཙམ་གྱི་སྣང་བརྙན་མདངས་བཀྲག་པོ་དང་མི་གསལ་བ་ཡོང་།

How can we improve the pinhole camera to get a sharp and a bright image?  
ང་ཚོས་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གི་སྣང་བརྙན་གསལ་པོ་དང་མདངས་བཀྲག་པོ་ཡོང་་བར་ལེགས་བཅོས་ག་འདྲ་གཏོང་དགོས་སམ།

**3. Lenses  
༣ ༽ དྭངས་ཤེལ།**

**Learning Objective  
སློབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།**

*Experience the image emergence with a lens.*དྭངས་ཤེལ་ལས་སྣང་བརྙན་མངོན་དུ་འགྱུར་ཚུལ་མྱོང་ཚོར་བྱ་རྒྱུ།

**Experiments: བརྟག་དཔྱད།**

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?

༡ ༽ ཆེ་ཤེལ་ཟེར་བ་ནི་འོད་འདུ་བའི་འདུ་ཤེལ་སྟབས་བདེ་ཞིག་རེད། དེར་ཞིབ་བལྟ་བྱས་རྗེས་དེའི་གཟུགས་དབྱིབས་འགྲེལ་བརྗོད་གྱིས།

༢ ༽ ཆེ་ཤེལ་དང། ཤོག་བུ། ཐིག་ཤིང་ཞིག་དགོས། ཆེ་ཤེལ་དེ་ཉི་མར་སྟོན་ཏེ་དེ་བརྒྱུད་དེ་འགྲོ་བའི་འོད་ཟེར་ཤོག་བུའི་ངོས་སུ་ཕོག་པ་བྱོས། ཆེ་ཤེལ་དང་ཤོག་བུའི་བར་གྱི་རྒྱང་ཐག་ལ་འགྱུར་བ་བཏང་སྟེ་ཤོག་ངོས་ཐོག་གི་སྣང་བརྙན་ལ་ལྟ་ཞིབ་བྱོས། ཤོག་བུའི་ངོས་སུ་ཉི་མའི་སྣང་བརྙན་ཧ་ཅང་ཆུང་ཆུང་ཡོད་པའི་གནས་སྐབས་ཀྱི་ཆེ་ཤེལ་དང་ཤོག་བུའི་བར་གྱི་རྒྱང་ཐག་འཇོལ།

༣ ༽ ཡང་ལཱ་དང། ཆེ་ཤེལ། ཤོག་བུ་དཀར་པོ་ཞིག་དགོས། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལཱ་དེ་ཞ་ལའི་ཐོག་ཏུ་གྱེན་འཛོང་དུ་ཡོད་པའི་ཆེ་ཤེལ་ལས་སེན་ཊི་མི་ཊར་ ༡༥ ཙམ་དུ་ཞོག ཤོག་བུ་དེའི་ངོས་སུ་ཡང་ལཱའི་སྣང་བརྙན་འཆར་ཐབས་གྱིས། ཡང་ལཱའི་སྣང་བརྙན་གསལ་པོ་འདུག་གམ། ཁྱེད་ཀྱིས་སྣང་བརྙན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་ཐབས་ཇི་ལྟར་བྱེད་དམ། སྣང་བརྙན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་ཕྱིར་ཤོག་བུའི་འཇོག་གནས་ལ་འགྱུར་བ་ཐོང་། ཆེ་ཤེལ་དང་ཡང་ལཱའི་བར་གྱི་རྒྱང་ཐག་ལ་སྐྱར་དུ་འགྱུར་བ་གཏོང་། ཡང་ལཱའི་སྣང་བརྙན་གསལ་པོ་ཡོང་ཐབས་ལ་ཁྱེད་ཀྱིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

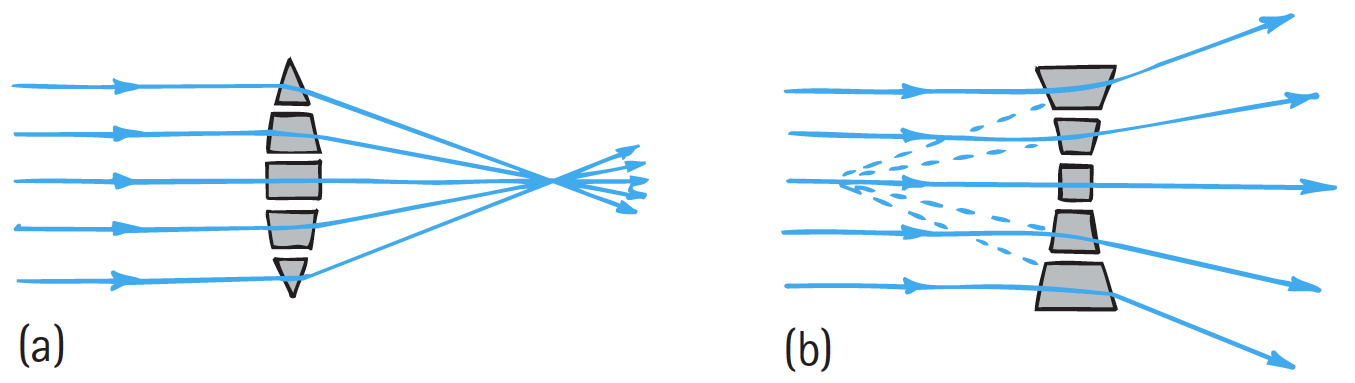


Figure 3: A lens may be thought of as a set of blocks and prisms. (a) Converging, (b) Diverging lens.

རི་མོ།  ༣ ༽  དྭངས་ཤེལ་ནི་འཇའ་ཤེལ་དུ་མ་མོང་པོ་རྩེག་པ་འདྲ།  ཀ༽  འདུ་ཤེལ།  ཁ༽  གྱེས་ཤེལ།

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.

ཁྱེད་ཀྱིས་དྭངས་ཤེལ་སྐོར་བསམ་བློ་ཞིག་གཏོང་སྐབས་འཇའ་ཤེལ་དུ་མ་རྩེག་པ་ཞིག་དཔེ་རིས་གསུམ་པའི་ནང་བསྟན་ཡོད། དེ་དག་གིས་ནང་དུ་ཞུགས་པའི་ཐད་གཤིབ་འོད་ཟེར་དག་ལ་འཁྱོག་འཕྲོ་བྱས་རྗེས་འོད་ཟེར་དག་ཚེག་ F ཡི་ཐོག་ཏུ་འདུ་བར་བྱེད་པའམ་གྱེས་པར་བྱེད། དཔེ་རིས་ 3a ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་སྟངས་དེས་འོད་འདུ་བས་དེ་ནི་འདུ་ཤེལ་ཞིག་ཡིན། དེའི་དཀྱིལ་གྱི་ཆ་ཤས་མཐུག་པོ་ཡོད་པར་ངེས་དགོས། དཔེ་རིས་ 3b ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སྒྲིག་སྟངས་དེའི་ནང་དཀྱིལ་གྱི་ཆ་ཤས་ལས་མཐའ་སྣེ་གཉིས་མཐུག་པ་ཡོད། དེ་ལྟ་བུའི་དྭངས་ཤེལ་གྱིས་འོད་གྱེས་རུ་བཅུག་པར་བརྟེན་དེ་དག་ལ་གྱེས་ཤེལ་ཟེར་བ་ཡིན། དཔེ་རིས་ (b) ཡི་ནང་དོ་སྣང་བྱ་དགོས་པ་ཞིག་ནི། འཇའ་ཤེལ་དག་གིས་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་རྣམས་ཁ་གྱེས་རུ་བཅུག་སྐབས་འོད་ཟེར་དེ་དག་དྭངས་ཤེལ་གྱི་མདུན་ཕྱོགས་ཀྱི་སྣེ་ངེས་ཅན་ཞིག་ལས་ཐོན་འོང་བ་ལྟ་བུར་སྣང་། དྭངས་ཤེལ་གཉིས་ཀའི་ནང་འཁྱོག་ཚད་ཆེ་ཤོས་ནི་མཐའ་མཚམས་སུ་གནས་པའི་འཇའ་ཤེལ་ནང་བྱུང་བ་ཡིན། དེ་ནི་འཇའ་ཤེལ་དེ་དག་གི་འཁྱོག་འཕྲོའི་ངོས་གཉིས་ཀྱི་བར་ཟུར་ཁུག་ཆེ་ཤོས་ཡིན་པའི་རྒྱུ་མཚན་གྱི་ཡིན། དཀྱིལ་མཚམས་སུ་འོད་མི་འཁྱོག་པའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་ཁུལ་དེར་ཤེལ་གྱི་ངོས་གཉིས་ཐད་གཤིབ་ཏུ་གནས་པས་ཡིན། ༼ཤེལ་གྱི་ངོས་གཉིས་ཐད་གཤིབ་ཏུ་ཡོད་ན་འོད་ནམ་ཡང་མི་འཁྱོག སྒེའུ་ཁུང་གི་ཤེལ་ལྟ་བུ།༽ འོན་ཏེ་དྭངས་ཤེལ་ངོ་མ་ནི་འཇའ་ཤེལ་ལས་གྲུབ་པ་ཞིག་མ་ཡིན། དེ་ནི་ཤེལ་ལས་གྲུབ་ཞིང་ཕྱི་ངོས་དེ་སྤྱིར་བཏང་གི་སྒོར་སྒོར་རམ་གུག་གུག་ཡོད། དཔེ་རིས་བཞི་པའི་ནང་ང་ཚོས་དྭངས་ཤེལ་འཇམ་པོ་ཞིག་གིས་འོད་རླབས་ཇི་ལྟར་འཁྱོག་འཕྲོ་བྱས་པ་མཐོང་ཐུབ།

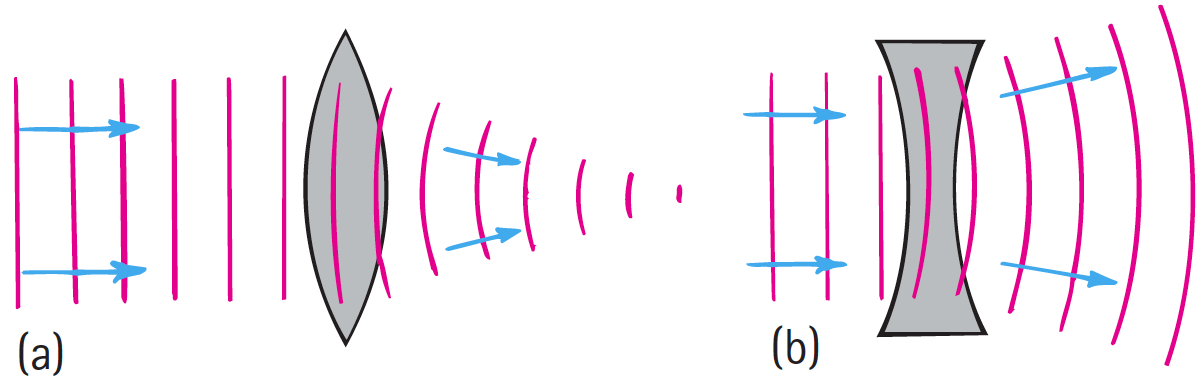


Figure 4: Wave fronts travel more slowly in glass than in air. (a) The waves slow more through the center of the lens, and convergence results. (b) The waves slow more at the edges, and divergence results.

རི་མོ།  ༤ ༽  རླབས་མདུན་རྣམས་རླུང་ལས་ཤེལ་ནང་དལ་བར་འགྲིམ་འགྲུལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད།  a༽ རླབས་རྣམས་དྭངས་ཤེལ་གྱི་དཀྱིལ་ངོས་སུ་སྐྱོད་པའི་སྐབས་དལ་དུ་འགྲོ། དེར་བརྟེན་འདུ་བར་བྱེད།  b༽  རླབས་རྣམས་དྭངས་ཤེལ་གྱི་སྣེ་ཟུར་ལ་སྐྱོད་པའི་སྐབས་དལ་དུ་འགྲོ། དེར་བརྟེན་གྱེས་པར་བྱེད།

If we replace the pinhole of the pinhole camera with a lens, we can produce much brighter and sharper images. The camera in your mobile functions exactly the same way.

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་པར་ཆས་བུ་ག་ཆུང་ཆུང་གི་བུ་ག་ཕྲ་མོའི་ཚབ་དྭངས་ཤེལ་ཞིག་འཇོག་ན། ང་ཚོས་བཀྲག་ཆེན་པོ་དང་གསལ་བའི་སྣང་བརྙན་ཞིག་སྐྲུན་ཐུབ། ཁྱེད་ཀྱི་ལག་ཐོག་ཁ་པར་གྱི་པར་ཆས་ཀྱིས་བྱེད་ལས་དེ་ལྟར་སྒྲུབ།

**4. The Human Eye (Vision)  
༤ ༽ མིའི་མིག ༼མཐོང་ཚོར།༽**

**Learning Objective**

**སློབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།**

*Identify the analogy of eye and camera*

མིག་དང་པར་ཆས་ཀྱི་མཚུངས་ཆོས་ངོས་བཟུང་རྒྱུ།

Your senses are your connection to the world. What would happen if you couldn’t see, hear, smell, touch or taste? What if you couldn’t tell, without looking at them, where your hands were? What if pain didn’t warn you of danger or injury? Each of your senses takes information from the environment - light, sound, touch, or molecule - and converts it into signals (action potentials) that are sent to the brain.

ཁྱེད་ཀྱི་དབང་ཚོར་དག་ནི་ཁྱེད་དང་འཇིག་རྟིན་གྱི་འབྲེལ་ཟམ་ལྟ་བུ་ཡིན། གལ་ཏེ་ཁྱེད་ཀྱིས་མཐོང་ཚོར་དང། ཐོས་ཚོར། དྲི་ཚོར་། རེག་ཚོར། རོ་ཚོར་སོགས་མི་ཐུབ་ཚེ་གང་བྱུང་ངམ། གལ་ཏི་ཁྱེད་ཀྱིས་རང་ཉིད་ཀྱི་ལག་པར་མ་བལྟས་པར་དེ་དག་གང་དུ་ཡོད་པ་བཤད་མ་ཐུབ་ཚེ། གལ་ཏེ་ན་ཟུག་གིས་ཉེན་ཁ་དང་རྨས་སྐྱོན་གྱི་ཉེན་བརྡ་མ་གཏོང་ཚེ་ཅི་ཞིག་བྱུང་ངམ། དབང་ཚོར་རེ་རེས་ཁོར་ཡུག་ལས་འོད་དང། སྒྲ། རེག་བྱ། དེ་བཞིན་འདུས་རྡུལ་སོགས་གནས་ཚུལ་དུ་མ་ལེན་ཏེ་བརྡ་ལན་༼ ལས་འཇུག་ནུས་པ།༽ གྱི་ངོ་བོར་ཀླད་པར་གཏོང་གི་ཡོད།

**Experiments: བརྟག་དཔྱད།**

1. Investigate with the magnifier the eye of your colleague.
2. Look carefully into the eye of your colleague, while you suddenly flash your colleague’s eye with your torch or mobile flash. What do you see?

༡ ༽ ཆེ་ཤེལ་ཞིག་གྱིས་རང་གི་རོགས་པའི་མིག་ལ་རྟོག་ཞིབ་གྱིས།

༢ ༽ རོགས་པའི་མིག་ལ་དོ་སྣང་ཡག་པོ་བྱེད་ནས་ལྟོས། ཁྱིད་ཀྱིས་རོགས་པའི་མིག་ལ་གློག་གཞུའམ་ལག་ཐོག་ཁ་པར་གིས་གློ་བུར་དུ་འོད་སྤར་སྐབས་གང་མཐོང་གི་འདུག་གམ།

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**.

སྤྱིན་སྐྱི་ཞེས་པ་འཁྲེགས་ཞིང་དྭངས་གསལ་གྱི་སྐྱི་མོ་མིག་ཤ་དཀར་པོ་ཡི་མཚམས་སུ་མཐུད་པ་དེའི་རྒྱུད་དེ་འོད་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་ལམ་དུ་ཞུགས། ༼ དཔེ་རིས་ ༥ ༽ དེའི་རྗེས་འོད་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ཞེས་པའི་བུ་ག་ཕྲ་མོ་ཞིག་རྒྱུད་དེ་འགྲོ་ཡི་ཡོད། འཇའ་སྐྱི་ཡིས་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གི་ཁ་དོག་གི་བྱེད་པོ་ནི་ཡིན་ཞིང་དེས་མིག་གི་རྒྱལ་མོའི་མཐའ་ནས་སྐོར་ཏེ་དེའི་ཆེ་ཆུང་ལ་སྟངས་འཛིན་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། འོད་ཤུགས་ཆེ་སྐབས་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ཆུང་བ་དང་ནག་ཁུང་སྐབས་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་རྒྱ་ཆེ་རུ་སོང་སྟེ་འོད་གང་མང་ནང་དུ་ལེན་པར་བྱེད། མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ནས་འོད་དེ་དྭངས་ཤེལ་བརྒྱུད་འགྲོ་ཡི་ཡོད། དྭངས་ཤེལ་གྱིས་འོད་བསྡུས་ཏེ་མིག་རིལ་གྱི་རྒྱབ་ན་ཡོད་པའི་དྲ་སྐྱིའི་ངོས་སུ་དམིགས་ཀྱི་ཡོད། དྲ་སྐྱི་ནི་འོད་ཚོར་ཕྲ་ཕུང་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུངས་ཀྱིས་ཁྱབ་ཡོད། ༼ དཔེ་རིས་ ༦ ༽ དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་སྟེང་འོད་ཕོག་སྐབས་ཕྲ་ཕུང་དེ་དག་གིས་ཀླད་པར་གཏོང་བའི་ལས་འཇུག་ནུས་པར་འགྱུར་བ་བྱུང་། དྲ་སྐྱི་ནས་ཀླད་པར་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་སྐྱེལ་བའི་དབང་རྩའི་ཆུན་པོ་ལ་མིག་གི་དབང་རྩ་ཟེར།

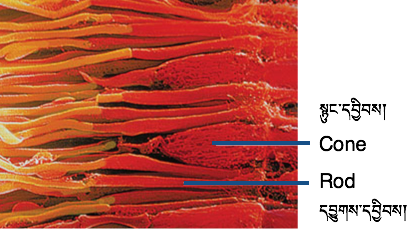


Figure 5: Cross-section of human eye. The eyes convert light into action potentials that is how the nerves are sending a signal to the brain.

རི་མོ། ༥ ༽  མིའི་མིག་གི་ཁ་གཤག་གི་ངོས།  མིག་གིས་འོད་རྣམས་ལས་འཇུག་ནུས་པའི་ངོ་བོར་བརྒྱུད་ཀླད་པ་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་ཕྲ་ཕུང་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གཉིས་ལ་བྱེད་ལས་མི་འདྲ་བ་ཡོད། དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་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་ཕྲ་ཕུང་གིས་ཁ་དོག་དབྱེ་འབྱེད་བྱེད་མི་ཐུབ་ཀྱང་དེ་དག་གིས་ཁྱེད་ལ་དཀར་པོ་དང་ནག་པོ་དང་སྐྱ་བོའི་མདོག་གི་མདངས་འགའ་ཤས་མཐོང་བར་རོགས་བྱེད། དེས་ན་འོད་མདངས་ཞན་པའི་ཁང་པ་ཞིག་གི་ནང་ཁྱེད་ཀྱིས་གོས་སྔོ་ནག་ཅན་ཞིག་དང་དམར་སྨུག་ཅན་གཉིས་ཀྱི་ཁྱད་པར་བྱེད་མི་ཐུབ། ༼མི་མང་པོ་ཞིག་གིས་གོམས་འདྲིས་ཐེབས་པར་རྐྱེན་གྱིས་རང་ཉིད་ཀྱི་ཁ་དོག་མཐོང་བའི་ནུས་པ་བརླགས་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་གི་མེད།༽དབྱུགས་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་དག་གིས་མཐོང་ཆོས་ཀྱི་དངོས་པོའི་ཞིབ་ཕྲ་ལེགས་པར་འབྱེད་མི་ནུས། དེས་རྐྱེན་པས་ཁྱེད་ཀྱི་མཚན་མོའི་མིག་ཤེས་དེ་རབ་རིབ་ཅན་དང་མངོན་གསལ་མེད་པ་ཡོང། སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གིས་ཁ་དོག་རྟོགས་ཐུབ། ཁྱེད་ཀྱི་མིག་ལ་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་རིགས་མི་འདྲ་བ་གསུམ་ཡོད་པ་དེ་དག་རེ་རེས་འོད་དམར་པོ་དང་ལྗང་ཁུ་དང་སྔོན་པོ་སོ་སོར་ཡ་ལན་དྲག་པོ་བྱེད། ཁྱེད་ཀྱི་མཐོང་བཞིན་པའི་མཚོན་མདངས་ཐམས་ཅད་ཁ་དོག་དེ་གསུམ་པོ་འདྲེས་སྦྱོར་བྱེད་པ་ལས་འགྲུབ་པ་ཡིན། ཁ་དོག་ལོང་བ་བྱུང་བའི་རྒྱུ་མཚན་ནི་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གཅིག་གམ་མང་བའི་བྱེད་ལས་མ་བྱེད་པར་རྐྱེན་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། ༦༽ དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་ནི་མིག་གི་འོད་ཚོར་ཕྲ་ཕུང་ཡིན།  དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གཉིས་ཀྱི་ཐ་སྙད་ནི་ཕྲ་ཕུང་གི་བཟོ་དབྱིབས་ལ་བརྟེན་ནས་མིང་འདོགས་པ་ཡིན། གོང་གི་པར་དེ་ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ་ནས་རྒྱབ་པའི་པར་རིས་ཞིག་ཡིན་ལ་པར་དེ་ ༡༠༠༠ ཙམ་ཆེ་རུ་བཏང་བ་ཞིག་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་ཏེ་ཁྱེད་ཀྱིས་སྣང་མེད་དུ་རང་ཉིད་ཀྱི་མིག་ལ་གཞུས་ཚེ་གློ་བུར་དུ་འོད་ཁྲ་ལྷམ་མེར་བྱས་པ་སྣང་། དེ་ནི་སྣུན་ཤུགས་ཀྱིས་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་ལ་སྐུལ་རྐྱེན་ཐེབས་པས་བྱུང་བ་ཞིག་རེད། ཀླད་པས་དབྱུགས་དབྱིབས་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་ལས་འབྱོར་བའི་བརྡ་ཅི་འདྲ་ཞིག་ཡིན་རུང་འོད་དུ་ངོས་འཛིན་བྱས་པས་ཁྱད་ཀྱིས་འོད་མཐོང་བ་རེད།

མཐོང་ཚོར་ནི་ཁྱེད་ཀྱི་དབང་ཚོར་ཀུན་ལས་འཚར་འཕེལ་ལེགས་ཤོས་བྱུང་བ་དེ་ཡིན། དབྱུག་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་དང་སྙུང་དབྱིབས་ཕྲ་ཕུང་གཉིས་ཀྱིས་ཁྱེད་ཀྱི་ལུས་པོའི་དབང་ཚོར་ཕྲ་ཕུང་དག་ལས་བརྒྱ་ཆ་ ༧༠ ཙམ་གྱི་འགྲུབ་པ་ཡིན།

**5. Correction of vision with glasses**

**༥༽ མིག་ཤེལ་གྱིས་མཐོང་ཚོར་ནོར་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་དེབ་ནང་གི་ཡི་གེ་གསལ་པོར་མཐོང་བར་དེབ་རང་ཉིད་ནས་རྒྱང་ཐག་རིང་པོར་བཟུང་དགོས་ཚེ། ཁྱེད་ནི་ཉེ་སྒྲིབ་བམ་རྒྱང་རིང་མཐོང་ནུས་ཞེས་པ་དེ་ཡིན། ཁྱེད་ཀྱི་མིག་གི་དྭངས་ཤེལ་ལ་སྐྱོན་ཡོད་པ་དང་ཡང་ན་ཁྱེད་ཀྱི་མིག་རིལ་ཐུང་བའི་རྐྱེན་གྱིས་ཡིན། དེའི་བཅོས་ཐབས་སུ་ཁྱེད་ཀྱིས་འདུ་ཤེལ་ཅན་གྱི་མིག་ཤེལ་གྱོན་དགོས།



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

རི་མོ།  ༧ ༽ པར་རིས་གོང་མ། : ཉེ་སྒྲིབ་བམ་རྒྱང་རིང་མཐོང་ནུས་ཀྱི་མི་ཞིག་གི་མིག  པར་རིས་འོག་མ། : མི་དེའི་མིག་ཤེལ་གྱོན་པ།

**6. Stereoscopic Vision**༥ ༽ སྲ་གཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་།

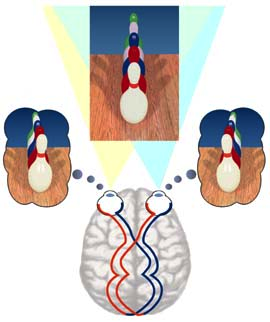


Fig. 8: Different views of the same object by the two eyes. The brain combines the two images to one with depth perception

རི་མོ།  ༨༽ དངོས་པོ་གཅིག་ལ་མིག་གཉིས་ཀྱིས་མཐོང་ཚུལ་མི་འདྲ་བ། ཀླད་པས་སྣང་བརྙན་གཉིས་པོ་གཅིག་ཏུ་འདུས་ནས་གཏིང་ཟབ་ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས་སྐྲུན་པར་བྱེད།

**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)

སྲ་གཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་ངམ་ངོས་གསུམ་ཅན་རྡོག་གཟུགས་ཀྱི་མཐོང་སྣང་ནི་མིག་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྣང་ཞིག་ལ་ཟེར་བ་དང་དེའི་ཕྱི་གཟུགས་ཀྱི་གཏིང་ཟབ་ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས་དང་གོ་ཡུལ་གྱི་ཉམས་མྱོང་སོགས་སྐྲུན་ཐུབ། སྲ་གཟུགས་དབྱིབས་འགོད་ཀྱི་མཐོང་སྣང་ནི་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྣང་གི་ཚད་མཐོ་ཤོས་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 two eye views have plenty in common, but each eye picks up visual information the other doesn't.

རྟ་བཞིན་མ་ཡིན་པར་འགྲོ་བ་མི་ལ་རང་ཉིད་ཀྱི་མགོའི་མདུན་ཕྱོགས་སུ་མིག་གཉིས་པོར་གཅིག་གི་འདབས་སུ་གཅིག་གནས་ཏེ་ཡོད། མིག་གཉིས་གཅིག་གི་འདབས་སུ་གཅིག་ཉེ་བོར་གནས་པའི་དྲིན་གྱིས་མིག་རེ་རེས་ས་ཁྱོན་གཅིག་ལ་ཟུར་ཁུག་ཅུང་ཟད་མི་འདྲ་བ་ཐོག་ནས་བལྟ་ཐུབ། མིག་གཉིས་པོའི་མཐོང་སྣང་ཕལ་ཆེ་བ་མཚུངས་པ་ཡིན་ཡང་མིག་གཅིག་གིས་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་གང་ལེན་པ་འདི་མིག་གཞན་གྱི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ག་རང་མི་ལེན།

Each eye captures its own view and the two separate images are sent on to the brain for processing (See figure 8). When the two images arrive simultaneously in the back of the brain, they are united into one picture. The brain combines the two images by matching up the similarities and adding in the small differences. The small differences between the two images add up to a big difference in the final picture. The combined image is more than the sum of its parts and the brain does this.

མིག་སོ་སོར་མཐོང་སྣང་མི་འདྲ་བ་ལེན་ལ་སྣང་བརྙན་མི་འདྲ་བ་གཉིས་པོ་ཀླད་པར་གཏོང་གི་ཡོད། ༼ རི་མོ། ༨ ༽ སྣང་བརྙན་གཉིས་པོ་ཀླད་པའི་ལྟག་འདབས་སུ་དུས་མཉམ་ལ་འབྱོར་སྐབས་སྣང་བརྙན་གཉིས་པོ་གཅིག་ཏུ་གཅིག་སྒྲིལ་བྱེད། ཤེས་པས་སྣང་བརྙན་གཉིས་པོའི་མཚུངས་ཆོས་རྣམས་འགྲན་ཟླ་བྱས་ལ་ཁྱད་པར་གང་ཡོད་སྦྱོར་ཏེ་སྣང་བརྙན་གཅིག་ཏུ་འདུས། སྣང་བརྙན་གཉིས་པོའི་བར་གྱི་ཁྱད་པར་ཕྲ་མོ་རྣམས་ཀྱིས་མཐའ་མའི་སྣང་བརྙན་ལ་ཁྱད་པར་ཆེན་པོ་བཟོ་ཡི་ཡོད། འདུས་པའི་སྣང་བརྙན་དེ་ཡང་སྔར་གྱི་ཆ་ཤས་དག་ལས་ལྷག་པ་ཡོད་པ་ནི་ཀླད་པའི་བྱེད་པ་ཡིན།

### 7. Visual illusion and brain (see: <http://michaelbach.de/ot/index.html>) ༧ ༽ མིག་གི་འཁྲུལ་སྣང་དང་ཀླད་པ།

*"Reality is merely an illusion, albeit a persistent one"*  (Albert Einstein)

## ༼ དངོས་དོན་ནི་འཁྲུལ་སྣང་ཙམ་རེད། འོན་ཀྱང་འཁྲུལ་སྣང་དེ་བརྟན་པོར་གནས་ཡོད།༽

Visual illusions demonstrate that all our perception is illusion, in a sense, incoming sensory information is interpreted, yielding the internal representation of the world by the brain.

#### མིག་གི་འཁྲུལ་སྣང་དེའི་ང་ཚོའི་འདུ་ཤེས་ཚང་མ་འཁྲུལ་བ་ཡིན་པ་ཞིག་སྟོན་གྱི་ཡོད། ནང་དུ་ཞུགས་པའི་དབང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་ཀླད་པས་དོན་འགྲེལ་བྱེད་ནས་འཛམ་གླིང་གྱི་མཚོན་དོན་ལ་ནང་གི་བསམ་ཤེས་བྱེད་པ་ཞིག་རེད།

#### Definition and classification མཚན་ཉིད་དང་དབྱེ་ན།

Illusion is 1. something that deceives or misleads intellectually;   
2. perception of something objectively existing in such a way as to cause misinterpretation of its actual nature.

This abundance of illusions is hard to categorise, especially since many still lack a successful explanation. We will use the following six phenomenological groups:

འཁྲུལ་སྣང་ནི། ༡༽ བློ་ལ་གང་ཞིག་སླུ་བའམ་ལོག་པར་འཁྲིད་པ།  
 ༢༽ གང་ཞིག་ཡུལ་གྱི་ཐོག་ནས་གནས་པར་འཛིན་པ་དང་དེའི་དངོས་པོའི་རང་བཞིན་ངོ་མ་ལ་ཕྱིན་ཅི་ལོག་པའི་འདུ་ཤེས་  
 སྐྱེས་པ།

འཁྲུལ་སྣང་དེ་འབེལ་པོ་ཡོད་ནས་སྡེ་ཚན་དུ་དབྱེ་ཁག འཁྲུལ་སྣང་ཁག་གཅིག་ལ་གྲུབ་འབྲས་ལྡན་པའིའབྲེལ་བཤད་མེད། ཡིན་ཡང་ང་ཚོས་དབྱེ་བ་བྱེད།

• Motion and time • འགུལ་སྐྱོད་དང་དུས།

• Luminance and contrast • འཕྲོ་ཤུགས་དང་ལྡོག་ཆོས

• Colour • ཁ་དོག

• Geometric or angle illusions • དབྱིབས་རྩིས་སམ་ཟུར་ཁུག་གྱི་འཁྲུལ་སྣང་།

• 3D interpretation: Size constancy • ངོས་གསུམ་ཅན་རྡོག་གཟུགས་ཀྱི་དོན་འགྲེལ། :   
and impossible figures འགྱུར་ལྡོག་མེད་པའི་བོངས་ཚད་དང་མི་སྲིད་པའི་བཟོ་དབྱིབས།

• Cognitive/Gestalt effects • ངེས་འཛིན་ནམ་/སྒ་སི་ཊལ་གྱི་ཤུགས་རྐྱེན།

**Conclusion:**མཇུག་སྡོམ།

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