Science Introduction Workshop 1

**Physics** དངོས་ཁམས་རིག་པ།

**འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་དང་འོད་ཀྱི་ལྡོག་འཕྲོ།**

**Nature of Light and Reflection**

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

**1. Nature of Light** འོད་ཀྱི་རང་བཞིན།

We can see light with our eyes. Almost every animal can see or feel light and almost every plant lives from light.

ང་ཚོའི་མིག་གིས་འོད་མཐོང་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད། སེམས་ཅན་རྣམས་ཀྱིས་འོད་མཐོང་ཐུབ་པ་དང་ཚོར་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།   
རྩི་ཤིང་རྣམས་འོད་ལས་འཚོ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

**But what is light?**འོན་ཀྱང་འོད་གང་རེད་དམ།

Light has many different aspects and the cultures and religions all over the world and through all centuries created very different explanations for what is light. Light is still one of the greatest mysteries.

འོད་ལ་རྣམ་པ་མི་འདྲ་བ་མང་པོ་ཡོད་པ་དང་རིག་གཞུང་དང་ཆོས་ལུགས་མི་འདྲ་བའི་ལོ་ངོ་བརྒྱ་ཕྲག་མང་པོའི་རིང་འོད་དེ་གང་ཡིན་པ་འགྲེལ་བརྗོད་ཞེ་དྲག་མི་འདྲ་བ་བྱས་ཡོད། འོད་ནི་ད་དུང་ཡང་ཡ་མཚན་ཅན་ཆེ་ཤོས་ཞིག་རེད།

Light is something absolutely basic in nature and many religions say, that at the very beginning of all, light came into the former dark world.

འོད་ནི་རང་བྱུང་ནང་གཞི་རྩ་ལྟ་བུ་ཡིན་པ་དང་ཆོས་ལུགས་མང་པོའི་བཤད་སྲོལ་བྱེད་ན།   
འཇིག་རྟེན་ཁམས་ཀྱི་འགོ་འཛུགས་སུ་འོད་དེ་སྔར་མུན་ནག་གི་གླིང་ཞིག་ནས་ཡོང་བ་བཤད་ཀྱི་ཡོད།

Science has no final answer on the question what light essentially is, but has learned by a lot of observations and experiments, how the light works in nature.

འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་ངོ་མ་གང་ཡིན་པ་ཚན་རིག་ལ་ད་ལྟའི་ཆར་ཡང་ལན་མེད་ནའང་།   
འོད་དེ་རང་བྱུང་ནང་བྱེད་ལས་གང་འདྲ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད་པར་ལྟ་ཞིབ་དང་བརྟག་དཔྱད་མང་པོ་བྱེད་པ་ལ་བརྟེན་ནས་ཤེས་ཀྱི་ཡོད།

They found out how fast the light travels

ཚན་རིག་གིས་འོད་ཀྱི་མྱུར་ཚད་ག་ཚོད་ཡིན་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་ཡོད།

Opticians can give you glasses for seeing more clearly and so correct the dysfunction of your eye.

མིག་ཤེལ་བཟོ་མཁན་གྱིས་མིག་གསལ་པོ་མཐོང་བའི་ཆེད་དུ་མིག་ཤེལ་སྤྲད་པ་དང་དེས་ཁྱེད་རང་གི་མིག་གི་བྱེད་ལས་ཉམས་པ་འདི་ལེགས་བཅོས་བྱེད།

Many technical applications have been invented in connection with light like telescope, magnifier, microscope, Laser, glass fiber for telecommunication etc.  
འོད་དང་འབྲེལ་བ་ཡོད་པའི་དངོས་པོ་དཔེར་ན། རྒྱང་ཤེལ། ཆེ་ཤེལ། ཕྲ་མཐོང་ཆེ་ཤེལ། ལེ་ཟེར།   
འོད་ཀྱི་ཐག་རན་ལ་བརྟེན་ནས་ཁ་པར་ལ་སོགས་འབྲེལ་ལམ་སོགས་ལག་ལྟར་འོས་པ་མང་པོ་ཞིག་གསར་གཏོད་བྱེད་ཡོད།

Beginning of all light: Big Bang, the birth of the universe13‘700‘000‘000 years ago  
འོད་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ཐོག་མ། གས་ཐོར་ཆེན་མོ། འཇིག་རྟེན་ཁམས་ཆགས་ནས་ལོ། ༡༣་༧༠༠་༠༠༠་༠༠༠ སོང་།

Our light source: The sun ང་ཚོའི་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས། ཉི་མ།

Volcanism: First light source on earth རྡོ་ཞུན་གྱི་མེ་རི། སྐམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་དང་པོ།

Lightning: Second light source on earth གློག་འཁྱུག སྐམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་གཉིས་པ།

Fire: Third light source on earth མེ། སྐམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་གསུམ་པ།

Most impressive for early human beings:  Celestial and atmospheric light as natural light sources.

གནའ་བོའི་མི་རྣམས་ཀྱི་རང་བྱུང་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས་ནས་བློ་ལ་འཇུག་ཤོས་དེ་ནམ་མཁའི་འོད་དང་རླུང་ཁམས་ནང་གི་འོད་དེ་བྱུང་བ་རེད།

Terrestrial light སྐམ་སའི་འོད། Incandescence (Fire...) དཀར་མདངས། ༼ མེ། ༽

Atomic particle reactions རྡུལ་ཕྲན་ཆ་ཤས་ཀྱི་འགྱུར་ལྡོག

Bioluminescence སྐྱེ་དངོས་འོད་འཕྲོ།

(Artificial) light sources བཅོས་མའི་འོད་ཀྱི་འབྱུང་ཁུངས།

**2. Light propagation** འོད་ཀྱི་ཁྱབ་གདལ།

Of course science has models to describe the nature of light. Two models exist side by side and we have to decide for one or the other, depending on the experiment we want to do.

ཚན་རིག་ལ་འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་འགྲེལ་བཤད་བྱེད་པ་ལ་དཔེ་གཟུགས་ཡོད།   
དཔེ་གཟུགས་གཉིས་ཡོད་པ་དང་དེ་གཉིས་ནས་གང་ཡིན་པ་ང་ཚོས་བརྟག་དཔྱད་གང་བྱ་རྒྱུ་ལ་རག་ལས་ཡོད།

These two models are:

1. Light is an electromagnetic wave, composed of an electrical field and a magnetic field oscillating very fast. Waves behave a bit like waves on the water, but invisible unless they hit our eyes directly.
2. Light is composed of light-particles, so called "Photons" which fly through the space. If they hit a suitable material, they kick out electrons from the atoms and can produce electricity.

དཔེ་གཟུགས་གཉིས་པོ་ནི།

༡༽ འོད་ནི་གློག་ཁབ་ལེན་གྱི་རླབས་ཞིག་རེད། དེ་ལ་གློག་གི་ར་བ་དང་ཁན་ལེན་གྱི་ར་བ་གཉིས་ཟློས་འགུལ་མྱུར་པོ་བྱེད་ནས་ཟུང་དུ་ཡོད། རླབས་དེ་དག་ཚུའི་རླབས་དང་འདྲ་སྟེ་མིག་ལ་ཐད་ཀར་མ་ཕོག་ཚེ་ང་ཚོས་མཐོང་མི་ཐུབ།

༢༽ འོད་ནི་འོད་རྡུལ་གྱིས་གྲུབ་པ་དང་བར་སྣང་དུ་ཡོད། གལ་ཏེ་འོད་རྡུལ་དེ་དངོས་པོ་རན་པོ་ཞིག་ལ་ཕོག་ན་དངོས་པོ་དེའི་རྡུལ་ཕྲན་ནས་གློག་རྡུལ་རྣམས་ཕྱི་ལ་འཕུད་ནས་གློག་བཟོ་སྐྲུན་བྱེད་ཐུབ།

One fundamental law, which the light follows, is that **it always takes the fastest way to travel from one point to another**. This is not always the geometrical shortest way, meaning the direct straight line. But it chooses the way that takes the shortest time to travel. Many strange behaviour of the light can be explained with only this rule.

འོད་ཀྱི་གཞི་རྩའི་ཁྲིམས་ཞིག་ནི། འོད་ནི་སྣེ་གཅིག་ནས་སྣེ་གཞན་བར་འགྲུལ་བཞུད་བྱེད་པའི་སྐབས་འགྲུལ་ལམ་མྱུར་ཤོས་བརྒྱུད་དུས་རྟག་ཏུ་བསྐྱོད་ཀྱི་ཡོད། འདི་ནི་དབྱིབས་རྩིས་རིག་པའི་ནང་གི་ལམ་ཐུང་ཤོས་སམ་ཐད་ཐིག་དེ་མིན། དེ་བཞིན་འོད་ཀྱིས་དུས་ཚོད་ཉུང་ཤོས་འགོར་བའི་ལམ་དེ་འདེམས་ཀྱི་ཡོད། ཁྲིམས་གཞི་འདིའི་བརྒྱུད་ནས་འོད་ཀྱི་སྤྱོད་ཚུལ་ཡ་མཚན་མང་པོ་ཞིག་འགྲེལ་བརྗོད་བྱེད་ཐུབ།

**In different material the light travels with different speeds.**

དངོས་པོ་མི་འདྲ་བ་ལ་འོད་ཀྱི་མྱུར་ཚད་མི་འདྲ་བ་ཡོད།

So if the light remains in the same gas or in the same material like water or glass, then the light travels on a straight line. But as soon as there is a change in material, it curves or refracts, that means, it changes its direction.

གལ་ཏེ་འོད་དེ་དངོས་པོ་གཅིག་གི་ནང་དུ་ཡོད་ཚེ། དཔེར་ན། རླུང་ནང་དུའམ་ཆུའམ་ཤེལ་ནང་དུ་ཡོད་ཚེ། འོད་ཀྱི་འགྲུལ་བཞུད་དེ་ཐིག་ཐད་ཀར་བྱེད་ཀྱི་རེད། ཡིན་ནའང་གལ་ཏེ་དངོས་པོ་ལ་འགྱུར་བ་འགྲོ་ཚེ་འོད་དེ་འགུགས་པ་འམ་འཁྱོག་པར་བྱེད། དེ་ནི་འོད་ཀྱི་ཁ་ཕྱོགས་ལ་འགྱུར་བ་འགྲོ།

**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 approximately 8 minutes until it reaches us).  
སྟོང་སང་ནང་འོད་(འོད་རྡུལ)རྣམས་མྱུར་ཚད་སྐར་ཆ་རེའི་ནང་ཀི་ལོ་མི་ཊར་འབུམ་གསུམ་ ༣༠༠,༠༠༠ ཙམ་འགྲོ་ཡི་ཡོད།

དེ་ནི་འཇིག་རྟེན་ཁམས་ནང་ཕལ་ཆེར་མྱུར་ཚད་མཐོ་ཤོས་དེ་རེད། (དཔེར་ན། ཉི་མའི་འོད་དེ་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་གནས་རྣམས་ལ་འོད་དེ་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།

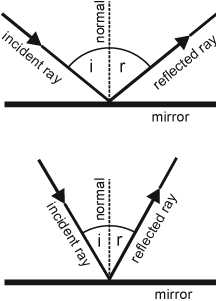
A certain colour described with the model of electromagnetic waves has a specific wavelength: eg.red 800 nm, yellow 600 nm, blue 400 nm

གློག་ཁབ་ལེན་གྱི་དཔེ་གཟུགས་བརྒྱུད་ནས་འབྲེལ་བརྗོད་བྱེད་པའི་ཁ་དོག་རྣམས་ལའང་རླབས་ཐག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཡོད།

དཔེར་ན། དམར་པོར་ - ༨༠༠ ནེ་ནོ་མི་ཊར། སེར་པོར་ - ༦༠༠ ནེ་ནོ་མི་ཊར། སྔོན་པོར་ - ༤༠༠ ནེ་ནོ་མི་ཊར།   
(ནེ་ནོ་མི་ཊར་ནི། མི་ཊར་གཅིག་གི་ཐེར་འབུམ་གྱི་ཆ་གཅིག་ལ་ཟེར།)

**3. 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།

***i*** = angle of incidence

***r*** = angle of reflection

Photons behave like carrom board disks. They are reflected so that the angle of incidence equals the angle of reflection.

འོད་རྡུལ་ནི་ཀེ་རོམ་སྦོཌ་ཀྱི་རྡོ་ལྟར་སྤྱོད་ཚུལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། དེ་རྣམས་ལྡོག་འཕྲོ་བྱེད་ནས་ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་དང་  
ལྡོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་གཉིས་མཉམ་པར་བྱེད།

**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། དྲང་ཐིག ལྡོག་འཕྲོའི་འོད་བཅས་མེ་ལོང་གི་སྟེང་དུ་ངོས་གཅིག་ལ་ཡོད།

Applications:

བེད་སྤྱོད།



**4.** **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 denser 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* 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*

**Rainbow** འཇའ།

****

****

****