



འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་དང་འོད་ཀྱི་ལྷོག་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་མཚོང་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

སེམས་ཅན་རྣམས་ཀྱིས་འོད་མཚོང་ཐུབ་པ་དང་ཚོར་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

ཅི་ཤིང་རྣམས་འོད་ལས་འཚོ་ཐུབ་ཀྱི་ཡོད།

But what is light?

འོད་ཀྱི་རང་བཞིན་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་རྣམས་པ་མི་འདྲ་བ་མང་པོ་ཡོད་པ་དང་རིག་གཞུང་དང་ཚོས་ལུགས་མི་འདྲ་བའི་ལོ་ལོ་བརྒྱ་པུ་སྐབས་མང་པོའི་རིང་འོད་དེ་གང་ཡིན་པ་འགྲེལ་བརྗོད་ཞེ་སྐབས་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་ཅ་ལྟ་བུ་ཡིན་པ་དང་ཚོས་ལུགས་མང་པོའི་བཤད་སྟེན་གྱི་ལྟ་བུ།

འཛིན་ཉེན་ཁམས་ཀྱི་འགོ་འདྲུགས་སུ་འོད་དེ་སྔར་སྐབས་ནས་གི་སྤིང་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་ལོ་སྐབས་ཡིན་པ་ཚན་རིག་ལ་ད་ལྟོ་ཆར་ཡང་ལན་མེད་ནའང་།

འོད་དེ་རང་བྱུང་ནང་གྱེད་ལས་གང་འདྲ་གྱེད་ཀྱི་ཡོད་པར་ལྟ་ཞིབ་དང་བཞག་དབྱེད་མང་པོ་གྱེད་པ་ལ་བརྟེན་ནས་ཤེས་ཀྱི་ཡོད།

They found out how fast the light travels

ཚན་རིག་གིས་འོད་ཀྱི་སྒྱུར་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་ཤེས་བཟོ་མཁན་གྱིས་མིག་གསལ་པོ་མཚོང་བའི་ཆེད་དུ་མིག་ཤེས་སྤྲད་པ་དང་དེས་ཁྱེད་རང་གི་མིག་གི་གྱེད་ལས་ཉམས་པ་འདི་ལོགས་བཅོས་གྱེད།

Many technical applications have been invented in connection with light like telescope, magnifier, microscope, Laser, glass fiber for telecommunication etc.

འོད་དང་འགྲེལ་བ་ཡོད་པའི་དངོས་པོ་དཔེར་ན། རྒྱུང་ཤེས། ཆེ་ཤེས། སྤྲེལ་མཚོང་ཆེ་ཤེས། ལེ་ཟེར།

འོད་ཀྱི་ཐག་རན་ལ་བརྟེན་ནས་ཁ་སང་ལ་སོགས་འགྲེལ་ལས་སོགས་ལག་ལྟར་འོས་པ་མང་པོ་ཞིག་གསར་གཏོད་གྱེད་ཡོད།

Beginning of all light: Big Bang, the birth of the universe 13'700'000'000 years ago

འོད་ཐམས་ཅད་ཀྱི་ཐོག་ལ། གསར་མེད་ཆེན་མོ། འཛིན་ཉེན་ཁམས་ཆགས་ནས་ལོ། 13'700'000'000 ལོ་དུ།

Our light source: The sun	ང་ཚོའི་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས།	ཉི་མ།
Volcanism: First light source on earth	རྫོ་ལྷན་གྱི་མེ་རི།	སྐྱམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་དང་ཕོ།
Lightning: Second light source on earth	མྱོག་འབྲུག།	སྐྱམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་གཉིས་པ།
Fire: Third light source on earth	མེ།	སྐྱམ་སའི་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་གསུམ་པ།

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

གནའ་བོའི་མི་རིགས་ཀྱི་རང་བྱུང་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་ནས་སློ་ལ་འཕྲུག་ཤོས་དེ་ནས་མཁའ་འོད་དང་རླངས་ཁམས་ནང་གི་འོད་དེ་བྱུང་བ་རེད།

Terrestrial light	སྐྱམ་སའི་འོད།	Incandescence (Fire...)	དཀར་མདངས།	། མེ། །
		Atomic particle reactions	རླུ་མཉམ་ཆ་འགས་ཀྱི་འགྲུར་ཕྱོག	
		Bioluminescence	སླེ་དངོས་འོད་འཕྲོ།	

(Artificial) light sources བཙོས་མའི་འོད་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས།

2. Light propagation འོད་ཀྱི་སྐྱབ་གདམས།

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་སློག་ཁབ་ལེན་གྱི་རྒྱུ་བས་ཞིག་རེད། དེ་ལ་སློག་གི་ར་བ་དང་ཁན་ལེན་གྱི་ར་བ་གཉིས་སྒྲིལ་ལྷུང་པོ་བྱེད་ནས་བྱུང་བུ་ཡོད།
རྒྱུ་བ་དེ་དག་ཚུའི་རྒྱུ་བས་དང་འབྲས་སྟེ་མིག་ལ་ཐང་ཀར་མ་པོ་ག་ཚེ་ང་ཚོས་མཐོང་མི་ཐུབ།

༢ ། འོད་ནི་འོད་རླུ་མཉམ་གྱིས་གྲུབ་པ་དང་བར་སྐྱང་བུ་ཡོད། གལ་ཏེ་འོད་རླུ་མཉམ་དེ་དངོས་པོ་རན་པོ་ཞིག་ལ་ཕོག་ན་དངོས་པོ་དེའི་རླུ་མཉམ་ནས་སློག་
རླུ་མཉམས་ཕྱི་ལ་འབྲུད་ནས་སློག་བཙོ་སྐྱེད་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་སླེ་གཅིག་ནས་སླེ་གཞན་བར་འགྲུལ་བཞུག་བྱེད་པའི་སྐྱབས་འགྲུལ་ལམ་སྐྱར་ཤོས་བརྒྱུད་དུས་རྟག་ཏུ་
བརྒྱུད་ཀྱི་ཡོད། འདི་ནི་དབྱིབས་རྩེས་རིག་པའི་ནང་གི་ལམ་སྐྱར་ཤོས་སམ་ཐང་ཐིག་དེ་མིན། དེ་བཞིན་འོད་ཀྱིས་ཚོད་ཉུང་ཤོས་འགོར་བའི་
ལམ་དེ་འདེམས་ཀྱི་ཡོད། ཁྲིམས་གཞི་འདིའི་བརྒྱུད་ནས་འོད་ཀྱི་སློང་རྒྱུ་ལ་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་སྐྱར་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་སོ་གཅིག་གི་ནང་དུ་ཡོད་ཆེ། དཔེར་ན། རླང་ནང་དུ་འཕམ་ཆུ་འཕམ་ཤེས་ནང་དུ་ཡོད་ཆེ། འོད་ཀྱི་འགྲུལ་བརྒྱུད་དེ་ཐེག་ཐང་ཀར་གྱེད་ཀྱི་རེད། ཡིན་ནའང་གལ་ཏེ་དངོས་སོ་ལ་འགྲུར་བ་འགྲོ་ཆེ་འོད་དེ་འགྲུགས་པ་ལམ་འཁྲོག་པར་གྱེད། དེ་ནི་འོད་ཀྱི་ཁ་སྐྱོགས་ལ་འགྲུར་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).

སྒྲོང་སང་ནང་འོད་(འོད་རླུང)ནམས་སྐྱར་ཚད་སྐར་ཆ་རེའི་ནང་གི་ལོ་མི་རར་འབྲུམ་གསུམ་ 300,000 ཅམ་འགྲོ་ཡི་ཡོད།

དེ་ནི་འཕྲིན་རྟེན་ཁམས་ནང་པལ་ཆེར་སྐྱར་ཚད་མཐོ་ཤོས་དེ་རེད། (དཔེར་ན། ཉི་མའི་འོད་དེ་ང་ཚོའི་སར་སླེབས་པ་ལ་སྐར་མ་བརྒྱད་ཅམ་འགོར་གྱི་ཡོད།)

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

གཤོས་ཚད་མེད་པའི་གནས་ནམས་ལ་འོད་དེ་ཐང་ཐེག་ཐོག་འགྲོ་ཡི་ཡོད།

Light is interpenetrating without distortion

འོད་ནི་འགྲུག་མེད་དུ་པན་ཚུན་བསྐྱོད་པར་གྱེད།

White light is the composition of all rainbow colours.

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

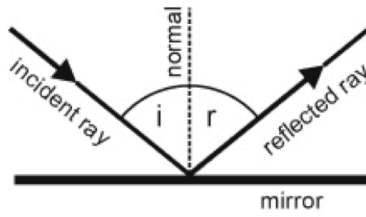
A certain colour described with the model of electromagnetic waves has a specific wavelength: eg.red 800 nm, yellow 600 nm, blue 400 nm

སྐྱོག་ཁབ་ལེན་གྱི་དཔེ་གཟུགས་བརྒྱུད་ནས་འབྲེལ་བརྗོད་གྱེད་པའི་ཁ་དོག་ནམས་ལའང་རྒྱབས་ཐག་ངེས་ཅན་ཞིག་ཡོད།

དཔེར་ན། དམར་སོར་ - 800 བེ་ལོ་མི་རར། སེར་སོར་ - 600 བེ་ལོ་མི་རར། ལྗང་སོར་ - 400 བེ་ལོ་མི་རར།

(བེ་ལོ་མི་རར་ནི། མི་རར་གཅིག་གི་ཐེར་འབྲུམ་གྱི་ཆ་གཅིག་ལ་ཟེར།)

3. Reflection ལྡོག་འཕྲོད།

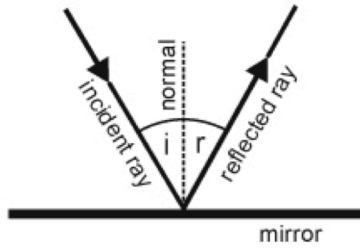


A **normal** is a vertical line to the mirror in the point, where the incident ray hits the mirror

རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལྷན་འཕྲོད་འོད་ཟེར་གང་དུ་ཤོག་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་ལྷན་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལྷན་འཕྲོད་ལ་ཟེར།



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

ལྡོག་འཕྲོད་ལྷན་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལྷན་འཕྲོད་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་རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལོ་རྩལ་སྲོལ་གྱི་དོ་ལྷན་སྲོལ་རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལྷན་འཕྲོད་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུ་ལྡོག་གི་ལྷན་འཕྲོད་འོད་ཟེར་གྱི་ཡོད། དེ་རྣམས་ལྡོག་འཕྲོད་འོད་ཟེར་ནས་ནང་འཕྲོད་ལྷན་འཕྲོད་དང་ལྡོག་འཕྲོད་ལྷན་འཕྲོད་གཉིས་མཉམ་པར་བྱེད།

Law of Reflection ལྡོག་འཕྲོད་ཀྱི་ཁྲིམས།

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

ནང་འཕྲོད་ལྷན་འཕྲོད་དང་ལྡོག་འཕྲོད་ལྷན་འཕྲོད་གཉིས་མཉམ་པ་ཡིན།

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

ནང་འཕྲོད་འོད། ལྡོག་འཕྲོད་འོད་བཅས་མེ་ལོང་གི་སྲོལ་དུ་རྩོས་གཅིག་ལ་ཡོད།

Applications:
ཐེང་སྲོལ།



