

Optical Lenses and Seeing*)

འོད་རིག་སྤངས་ལེལ་དང་མཐོང་ཚོར།

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

1. Repetition Optics

༡ ་ འོད་སྤངས་རིག་པའམ་མིག་དབང་དབྱུང་རིག་བསྐྱར་རྒྱུ་

སློབ་གཉེར་གྱི་དཔེ་དགོས་པ།

འོད་ཁྲུབ་འདལ་འཕྲོ་ཚུལ་གྱི་དངོས་བདེན། ལྗོན་འཕྲོ་དང་འཕྲོག་འཕྲོའི་བསྐྱར་སྤྱོད་བྱ་རྒྱ།

Experiments: བཟླ་བ་དབྱུང་།

༡ ་ རོས་སྒྲོམས་མེ་ལོང་གི་ལེ་ཟེར་འཕྲོ་གདུང་ལྗོན་འཕྲོ་གྱེད་པ།

༢ ་ ཚུའི་ནང་ལྷགས་ཁར་འཕྲོག་འཕྲོ་སྤྱོད་བདེ་ལེ་ཟེར་འཕྲོ་གདུང་།

Facts about Light: འོད་གྱི་དངོས་བདེན།

སྤོང་སང་ནང་འོད་(འོད་རླུང་) གྱི་མགྲོགས་ཚད་ནི་སྐར་ཆ་གཅིག་ལ་གི་ལོ་མི་ཁར་འབྲུམ་གསུམ་ 300,000 ཅམ་རེད།

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

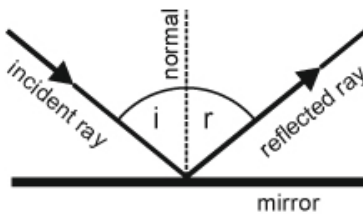
གཞོན་ཚད་མེད་པའི་སྐབས་འོད་རྟེན་མཐོང་མཐོང་གི་འཕྲོ་ཡི་ཡོད།

འོད་ནི་འགོག་མེད་དུ་པཎ་ཚུན་བསྐྱོད་པར་བྱེད།

འོད་དཀར་ལོ་དེ་འཇའ་མཚོན་གྱི་ཁ་དོག་མཐོང་དག་བསྐྱུས་པ་ལས་གྲུབ་པ་རེད།

དེ་ནི་སློ་གཅིག་ནས་སློ་གཅིག་བར་འགྲུལ་བཞུགས་ཀྱི་སྐབས་འགྲུལ་ལམ་སྤྱོད་ཤོས་རྟེན་ལྷན་ཏུ་ལེན་གྱི་ཡོད།

དངས་གསལ་གྱི་ལེམ་གཟུགས་ནང་སྤྱོད་ཚད་ཞན་པ་ཡོད།



Reflection ལྗོན་འཕྲོ།

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

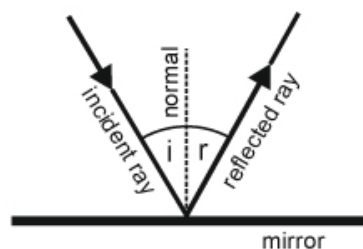
དང་མིག་ནི་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་གདུང་ལྗོན་པའི་ལོང་གི་གཞས་དེ་ནས་གཞུང་ཐད་དེ་ལ་ཟེར།

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

ནང་འཕྲོའི་རྒྱར་ཁྲུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུན་མིག་གི་རྒྱར་ཁྲུག་ལ་ཟེར།

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

ལྗོན་འཕྲོའི་རྒྱར་ཁྲུག་ནི་ལྗོན་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་རྒྱུན་མིག་གི་རྒྱར་ཁྲུག་ལ་ཟེར།

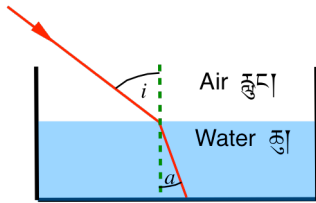


*) Sources: Hewitt P.G. et al, 2013: Conceptual Integrated Science, 2nd Edition, Publisher Pearson
Herrmann F. and G. Job, 2006: The Karlsruhe Physics Course, Vol 2

Law of Reflection རྡོག་འཕྲོའི་གཏན་ཁྲིམས། $i = r$

ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་དང་རྡོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་གཉིས་མཉམ་བཤིན།
 རང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར། དང་ཐེག་རྡོག་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་བཅས་མེ་ལོང་གི་སྤྱིང་དུ་འཁོད་སྟོམ་པོ་གཅིག་གྱེད་ནས་ཡོད།

Refraction འཕྲོག་འཕྲོ།



འོད་ཀྱི་མགྲོགས་ཚད་ཤེས་དང་ཚུའི་ནང་ནི་འོད་ཀྱི་མགྲོགས་ཚད་རྒྱང་ལས་ཞན་པ་ཡོད།
 ཤེས་ལས་ཚུ་ནི་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་རེད།
 ཚུང་ནི་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་མ་རེད།

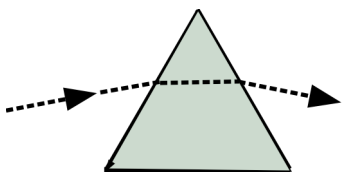
གལ་ཏེ་འོད་ཞིག་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་ལས་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་མེད་སར་སློང་ཆེ་འོད་དེ་ཁ་སྐྱོགས་
 འཕྱར་བ་དང་། འོད་དེ་འཕྲོག་པར་གྱེད།

Angle of incidence (i) རང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་དང་ཐེག་གཉིས་དབར་གྱི་ཟུར་ཁུག་ལ་ཟེར།
Angle of refraction (a) འཕྲོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་འཕྲོག་འཕྲོའི་འོད་ཟེར་དང་དང་ཐེག་གཉིས་དབར་གྱི་ཟུར་ཁུག་ལ་ཟེར།
 གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་ཚུའི་ནང་ནས་ཕྱིར་རྒྱང་ཁམས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་ཕྱིར་སློང་ཆེ། འཕྲོག་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ནི་ནང་འཕྲོའི་ཟུར་ཁུག་ལས་ཆེ་བ་ཡིན།

Law of Refraction རྡོག་འཕྲོའི་གཏན་ཁྲིམས།

- གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་(ཤེས་ལས་ཚུ)ནང་སློང་ཆེ། འོད་ཟེར་དེ་དང་ཐེག་གི་ཕྱོགས་སུ་འཕྲོག་འཕྲོ་གྱེད་ཀྱི་ཡོད། $a < i$
- གལ་ཏེ་འོད་ཟེར་ཞིག་བརྒྱད་ལམ་སྟུག་པོ་མེད་སར་(རྒྱང་)ནང་སློང་ཆེ། འོད་ཟེར་དེ་དང་ཐེག་གི་པ་རོལ་གྱི་ཕྱོགས་སུ་འཕྲོག་འཕྲོ་གྱེད་ཀྱི་
 ཡོད། $a > i$

Application: བེད་སློང།
 Light beam passing through a prism
 འོད་ཟེར་ཞིག་འཛུལ་ཤེས་བརྒྱད་ནས་གཏོང་བ།



2. Optical Image Formation

༡ ་ འོད་མེད་ཀྱི་སྤྱིང་བརྒྱན་སྐབ་ཚུལ།
 སློབ་གཉེར་གྱེད་པའི་དགོས་པ།
 འོད་སྤྱིང་རིག་པར་སྤྱིང་བརྒྱན་སྐབ་ཚུལ་རོས་བཟུང།

Pinhole camera བར་ཆས་བྱ་ག་རྒྱང་རྒྱང།

ང་ཚོས་སྤྱིང་བརྒྱན་གསུམ་གྱི་བར་ཁུད་པར་གྱེད་རྒྱ་ཡིན། ༡ ་ འོག་བྱའི་ངོས་ཀྱི་སྤྱིང་བརྒྱན། ༢ ་ འབྲུར་དུ་ཐོན་པའི་སྤྱིང་བརྒྱན་དང་། ༣ ་ གཞུགས་མཐོང་རྒྱང་འཕྲིན་གྱི་སྤྱིང་བརྒྱན། ང་ཚོས་འདིར་འབྲུར་དུ་ཐོན་པའི་སྤྱིང་བརྒྱན་ལ་གཙོ་བོར་དམིགས་རྒྱ་ཡིན། དེ་ལྟ་བུའི་སྤྱིང་བརྒྱན་བེད་འོས་ནི་བར་ཆས་བྱ་ག་རྒྱང་རྒྱང་གིས་བསྐྱེད་ཐུབ། བར་ཆས་བྱ་ག་རྒྱང་རྒྱང་ནི་ཕྱོགས་གཅིག་ལ་བྱ་ག་པོ་མོ་ཞིག་དང་ཕྱོགས་གཞན་དེར་སྤྱིང་བརྒྱན་པོག་ཡུལ་གྱི་ངོས་ཀྱི་འོག་ཀོ་འོག་ཀོ་ཞིག་ཡོད་པའི་སྤྱིང་བརྒྱན་ཞིག་ཡིན།

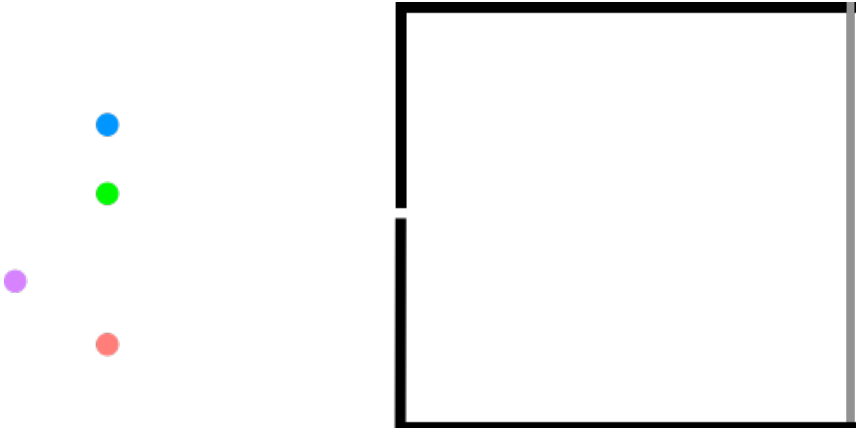
Experiments: བརྟམ་དབྱེད།

༡ ་ རོང་གི་འབྲུང་ཁུངས་ ་ རེ་བེར་ན། མེ་འབར་བཞེན་པའི་ཡང་ལྷ། ་ ལ་པར་ཆས་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་ལྷ་ཞིབ་བྱོས། དངོས་པོ་འཕེལ་ལྷ་
ནས་བྲུ་གའི་བར་ཚུང་ཐག་ལ་འབྲུར་བ་གཏོང། རླེང་གིས་གང་ལྷ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

༢ ་ རོང་གི་འབྲུང་ཁུངས་ ་ རེ་བེར་ན། མེ་འབར་བཞེན་པའི་ཡང་ལྷ། ་ ལ་པར་ཆས་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་ལྷ་ཞིབ་བྱོས། བྲུ་གའི་ཆེ་ཚུང་ལ་
འབྲུར་བ་གཏོང། རླེང་གིས་གང་ལྷ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།

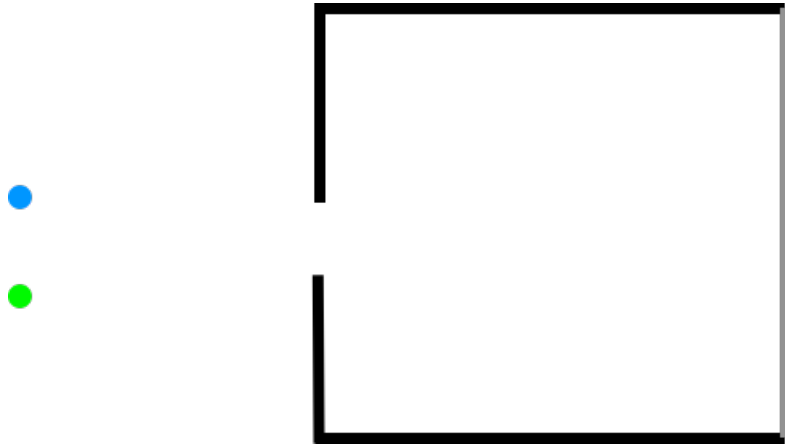
སྐམ་གྱི་ཕྱི་ལོགས་སུ་བྲུ་གའི་མདུན་དོས་སུ་ཡོད་པའི་དངོས་པོའི་སྒྲིབ་བརྟམ་དབྱེད་ཀྱི་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་ལ་མཐོང་བྱུང། དེ་ནི་སྒྲིབ་བྱུང་
ངམ། གསལ་ཆ་དོད་པོ་ཡོད་པའི་ཕྱིར་དེ་ཆོས་བརྟམ་འདོད་ཡོད་པའི་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་དོས་གཅིག་གི་སྒྲིབ་བྱུང་གསལ་པའི་བཟུང་མདུང་ཚན་གྱི་
ཆོག་གསལ་ ་ རློན་པོ། ལྷ་ལྷ། དམར་པོ། ་ གྱིས་མཚོན་པར་བྱེད། དཔར་རིས་དང་པོའི་དོས་དེ་བྱུར་སྐོགས་ནས་བརྟམ་ཡོད། གཡམས་
སྐོགས་སུ་འཕྲོ་བཞེན་པའི་འོད་ཟེར་སྐོགས་པོ་ལོན་བྲུ་ག་སྐོག་དེའི་བརྟམ་དབྱེད་འཕྲོ་བྱུང། ད་ཆོས་འཕྲོ་བྲུང་དེ་དག་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་
་ ཀོ་ཤོག ་ ཏུ་འཕྲོག་ཏུ་འཇུག བྲུ་ག་སྐོག་ལས་ཐོན་པའི་འོད་ཟེར་རྣམས་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་གྱི་གནས་མི་འདྲ་བ་གསལ་ལ་འཕྲོག་ཅིང་དེ་
དག་རྣམས་འཐོང་འབྲེལ་བྱེད།

ད་དེ་ཆོས་ཀོ་ཤོག་གི་སྒྲིབ་བྱུང་བཟུང་མདུང་ཚན་གྱི་ཆོགས་ A' དང། B' དང། C' བཅས་གསལ་ཡོད། A' བེ་ A ཡི་སྒྲིབ་བརྟམ་དང། B' བེ་
B ཡི་སྒྲིབ་བརྟམ་དང། C' བེ་ C ཡི་སྒྲིབ་བརྟམ་བཅས་ཡིན། རོང་གི་འབྲུང་ཁུངས་དེ་བཟུང་མདུང་ཚན་གྱི་ཆོགས་ A དང། B དང། C གསལ་པོ་
དང་མཚུངས་པ་ཡིན་ཡང། དེ་དག་གི་ཤོ་རིམ་ཙམ་ལྡོག་པ་ཡིན། ད་ཆོས་སྒྲིབ་བརྟམ་དག་མགོ་རྟེན་སྐོག་ནས་འདུག་པར་བརྟམ་ཆོག་ ད་ཆོས་དཔེ་
མཚོན་འདིའི་ནང་དངོས་པོའི་ཆོག་དེ་དག་དོས་གཅིག་གི་སྒྲིབ་བྱུང་ཡོད་ཡང། པར་ཆས་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་གི་ཀོ་ཤོག་གི་དོས་དེ་ཡང་དོས་དེ་དང་ཐད་
གཤིབ་བྲུ་གསལ་ཡོད། དངོས་པོ་དེ་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་ལྷ་ལྷ་དོས་ལེབ་མོ་ཞིག་ཡིན། ད་དེ་ཆོས་དངོས་པོ་ལ་གཏོང་ཆོད་ཡོད་པར་དོས་འཛིན་
བྲུ་ཆུ་ཡིན། ཆོག་དེ་དག་ལས་ D (ཟིང་སྐྱུ) བེ་ཆོག་གཞན་ལས་ལྷག་པར་ཆུ་བྲུ་གསལ་ཡོད། སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་གྱི་དོས་ལེབ་མོ་ཡིན་པར་
བརྟམ་དེ་ཆོས་དངོས་པོའི་སྒྲིབ་བརྟམ་ལེབ་མོ་ཡིན་ལ་གཏོང་ཆོད་ཡོད་པ་ཞིག་བྱུང། ད་ཆོས་ཡུལ་ལྗོངས་དེ་བརྟམ་དབྱེད་ལེབ་མོར་སོང་བ་ཡིན།



རིམ། ་ ་ རོང་རྣམས་དང་པོ་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་ནང་འཇུག་ནས་ཇེས་སུ་ཀོ་ཤོག་སྒྲིབ་བྱུང་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་གིས་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་སྒྲིབ་བྱུང་རྣམས་སྐོགས་གཅིག་
ནས་མ་གཏོགས་འཕྲོག་མི་འཇུག རོང་གི་ཆོག་རྣམས་དོས་གཅིག་གི་ཐོག་ལ་མེད་ཀྱང་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་གྱི་སྒྲིབ་བྱུང་དོས་གཅིག་ལ་ཡོད།

གལ་ཏེ་ད་ཆོས་པར་ཆས་བྲུ་ག་ཚུང་ཚུང་གི་སྒྲིབ་བརྟམ་པོག་ཡུལ་ལ་བལྟས་ཆེ་ནག་ཁུང་ཡིན། རླེང་གིས་དེ་ནི་བྲུ་ག་ཆེ་བྲུ་བཏང་སྒྲིབ་བྲུ་གཅོ་
སྒྲིབ་པོ་ཞིག་རེད་བསམ་སྲིད་མོད། རླེང་གིས་བརྟམ་དབྱེད་གཉེས་པའི་ནང་ལྷ་ཞིབ་གང་བྱུང་ངམ། པར་རིས་དེ་མི་གསལ་བར་འབྲུར། རླེང་གིས་
དེ་སྒྲིབ་ཅིའི་ཕྱིར་འབྲུང་བ་དཔེ་རིས་གཉེས་པ་ལས་མཐོང་བྱུང། དཔེ་རིས་དང་པོའི་ནང་བྲུ་ག་སྐོག་ཡོད། དངོས་པོ་ A བེ་ D ཡི་སྒྲིབ་བརྟམ་
བེ་བཟུང་མདུང་ཚན་གྱི་ཆོག་ A' བེ་ D' བར་བཞེན་པོ་ཡིན། དཔེ་རིས་གཉེས་པའི་ནང་བྲུ་ག་ཆེ་བྲུ་བཏང་ཡོད། དེས་ན་ A དང་ B ཡི་སྒྲིབ་
བརྟམ་གཅིག་ཐོག་བྲུ་གཅིག་བརྟམ་པོག་ཡོད། A' དང་ B' གཉེས་པོ་སོར་འབྲེད་པར་དགའ། ཆོག་ A དང་ B ཡི་པར་རིས་མི་གསལ།



རི་མོ་ ༡ གྱུ་གཟེན་པོ། ལྷང་བརྟན་སྒོལ་ལྟེན་རྒྱག་པ་དང་མི་གསལ་བ་ཡོང།

Conclusion: མཇུག་སྒྲིམ།

བར་ཆས་སུ་ག་རྒྱུང་རྒྱུང་གི་སུ་ག་རི་ཙམ་ཆེ་བ་དེ་ཙམ་གྱི་སྤང་བརྟན་མདངས་བཀྲག་པོ་དང་མི་གསལ་བ་ཡོང།
ང་ཚོས་བར་ཆས་སུ་ག་རྒྱུང་རྒྱུང་གི་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་དང་མདངས་བཀྲག་པོ་ཡོང་བར་ལེགས་བཙུག་གཞི་གཏོང་དགོས་པའོ།

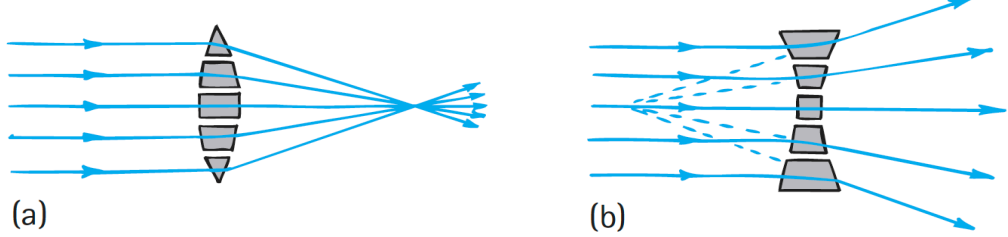
3. Lenses

༣ གྱུང་ས་ཤེལ་ལ།

སྒོལ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།
དྲུང་ས་ཤེལ་ལས་སྤང་བརྟན་མདོན་དུ་འགྱུར་རྒྱུ་ལྟོང་ཚོར་བྱ་རྒྱ།

Experiments: བརྟན་དབྱུང།

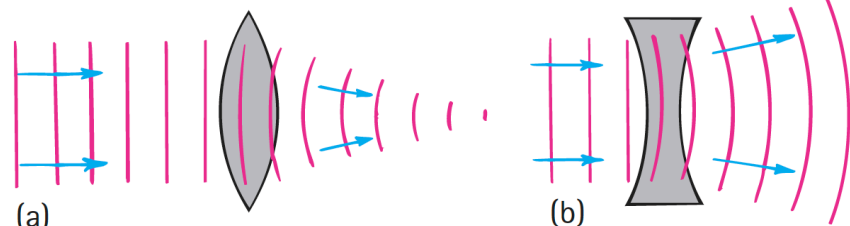
- ༡ གྱེ་ཆེ་ཤེལ་ཟེར་བའི་འོད་འདུ་བའི་འདུ་ཤེལ་སྤང་བས་བདེ་ཞིག་རེད། དེར་ཞིབ་བལྟ་བུས་རྗེས་དེའི་གཟུགས་དབྱིབས་འགྲེལ་བཟོད་གྱིས།
- ༢ གྱེ་ཆེ་ཤེལ་དང། འོག་སུ། ཐིག་ཤིང་ཞིག་དགོས། ཆེ་ཤེལ་དེ་ཉི་མར་སྒྲོན་ཏེ་དེ་བརྒྱུད་དེ་འགྲོ་བའི་འོད་ཟེར་འོག་སུའི་ངོས་སུ་ཕོག་པ་བྱོས། ཆེ་ཤེལ་དང་འོག་སུའི་བར་གྱི་རྒྱུང་ཐག་ལ་འགྱུར་བ་བཏང་སྟེ་འོག་ངོས་ཕོག་གི་སྤང་བརྟན་ལ་ལྷ་ཞིབ་བྱོས། འོག་སུའི་ངོས་སུ་ཉི་མའི་སྤང་བརྟན་ཏེ་ཙམ་རྒྱུང་ལོད་པའི་གནས་སྤྲོས་པའི་ཆེ་ཤེལ་དང་འོག་སུའི་བར་གྱི་རྒྱུང་ཐག་འཛོལ།
- ༣ གྱེ་ཡང་ལྷ་དང། ཆེ་ཤེལ། འོག་སུ་དཀར་པོ་ཞིག་དགོས། མེ་འབར་བཞིན་པའི་ཡང་ལྷ་དེ་ཞེ་ལའི་ཕོག་ཏུ་གྱེན་འཛོལ་དུ་ཡོད་པའི་ཆེ་ཤེལ་ལས་སེན་ཉི་མེ་རར་༡༥ ཙམ་དུ་ཞོག་འོག་སུ་དེའི་ངོས་སུ་ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་འཆར་ཐབས་གྱིས། ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་འདུག་གས། རྒྱུང་གིས་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་ཐབས་རི་ལྟར་བྱེད་དམ། ལྷང་བརྟན་གསལ་པོ་ཞིག་ཡོང་བྱིང་འོག་སུའི་འཛོག་གནས་ལ་འགྱུར་བ་ཐོང་། ཆེ་ཤེལ་དང་ཡང་ལྷའི་བར་གྱི་རྒྱུང་ཐག་ལ་སྤང་དུ་འགྱུར་བ་གཏོང་། ཡང་ལྷའི་སྤང་བརྟན་གསལ་པོ་ཡོང་ཐབས་ལ་འབྱེད་གྱིས་གང་ལྟ་ཞིབ་བྱུང་ངམ།



རི་མོ་ ༣ གྱེ་དྲུང་ས་ཤེལ་ནི་འཇར་ཤེལ་དུ་མ་ཐོང་པོ་རྩེག་པ་འདྲ། ༡ གྱེ་འདུ་ཤེལ། ༢ གྱེ་གྲེས་ཤེལ།

རྒྱུང་གིས་དྲུང་ས་ཤེལ་སྒོར་བསམ་སྒོ་ཞིག་གཏོང་སྐབས་འཇར་ཤེལ་དུ་མ་རྩེག་པ་ཞིག་དཔེ་རིས་གསུམ་པའི་ནང་བརྟན་ཡོད། དེ་དག་གིས་ནང་སུ་ཞུགས་པའི་ཐང་གཤིབ་འོད་ཟེར་དག་ལ་འཁྲུག་འཕྲོ་བུས་རྗེས་འོད་ཟེར་དག་ཆེག་ F ཡི་ཕོག་ཏུ་འདུ་བར་བྱེད་པའམ་གྲེས་པར་བྱེད། དཔེ་རིས་ 3a ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སྤྲིག་སྤྲོང་ས་དེས་འོད་འདུ་བས་དེ་ཉི་འདུ་ཤེལ་ཞིག་ཡིན། དེའི་དབྱིལ་གྱི་ཆེ་ཤས་མཐུག་པོ་ཡོད་པར་དེས་དགོས།

དཔེ་རིས་ 3b ཡི་ནང་གི་གོ་རིམ་སློབ་སྦྱང་ས་དེའི་ནང་དཀྱིལ་གྱི་ཆ་ཤས་ལས་མཐོང་སྐྱེ་གཉིས་མ་ཐུག་པ་ཡོད། དེ་ལྟ་བུའི་དུངས་ཤེས་ཀྱིས་འོད་གྲུ་བུ་བུ་ལ་འཕྲུག་པར་བརྟེན་དེ་དག་ལ་གྲུ་བུ་ལ་ཐེར་བ་ཡིན། དཔེ་རིས་ (b) ཡི་ནང་དོ་སྣང་བྱ་དགོས་པ་ཞིག་ནི། འཇམ་ཤེས་དག་གིས་ནང་འཕྲུལ་འོད་ཟེར་ནམས་ཁ་གྲུས་ཀྱི་བུ་བུ་ལ་འོད་ཟེར་དེ་དག་དུངས་ཤེས་ཀྱི་མདུན་ཕྱོགས་ཀྱི་སྐྱེ་རེས་ཅན་ཞིག་ལས་ཐོན་འོད་བུ་བུ་ལ་འཕྲུག་དུངས་ཤེས་གཉིས་ཀའི་ནང་འཕྲུག་ཚང་ཆེ་ཤོས་ནི་མཐོང་མཚམས་སུ་གནས་པའི་འཇམ་ཤེས་ནང་བྱུང་བ་ཡིན། དེ་ནི་འཇམ་ཤེས་དེ་དག་གི་འཕྲུག་འཕྲོལ་དོས་གཉིས་ཀྱི་བར་རྒྱ་ཁྲག་ཆེ་ཤོས་ཡིན་པའི་རྒྱ་མཚན་གྱི་ཡིན། དཀྱིལ་མཚན་སུ་འོད་མི་འཕྲུག་པའི་རྒྱ་མཚན་ནི་ཁྲག་དེར་ཤེས་ཀྱི་དོས་གཉིས་ཐང་གཤེས་ཏུ་གནས་པས་ཡིན། ཉེ་ཤེས་ཀྱི་དོས་གཉིས་ཐང་གཤེས་ཏུ་ཡོད་ན་འོད་ནམས་ཡང་མི་འཕྲུག་སྐྱེ་ཏུ་ཁྲག་གི་ཤེས་ལྟ་བུ་ལྟ་བུ། འོད་ཉེ་དུངས་ཤེས་དོ་སྣང་མི་འཇམ་ཤེས་སྐབ་པ་ཞིག་མ་ཡིན། དེ་ནི་ཤེས་ལས་སྐབ་ཞིང་ཕྱི་དོས་དེ་སྐྱིད་བཏང་གི་སྐྱོར་སྐྱོར་རམ་གྲུག་གྲུག་ཡོད། དཔེ་རིས་བཞི་པའི་ནང་ང་ཚོས་དུངས་ཤེས་འཇམ་ཤེས་ཞིག་གིས་འོད་རྒྱབས་དེ་ལྟར་འཕྲུག་འཕྲོ་བྱས་པ་མཐོང་ཐུག།



རིམ་ ༤ གྱི་རྒྱབས་མདུན་ནམས་རྒྱང་ལས་ཤེས་ནང་དལ་བར་འཕྲུག་འཕྲོལ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། a གྱི་རྒྱབས་རྒྱུ་དུངས་ཤེས་ཀྱི་དཀྱིལ་དོས་སུ་སྐྱོད་པའི་རྒྱབས་དལ་དུ་འཕྲོག་དེར་བརྟེན་འདུ་བར་བྱེད། b གྱི་རྒྱབས་རྒྱུ་དུངས་ཤེས་ཀྱི་སྐྱེ་རེས་ལ་སྐྱོད་པའི་རྒྱབས་དལ་དུ་འཕྲོག་དེར་བརྟེན་གྲུས་པར་བྱེད།

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་པར་ཆས་སུ་ག་ཚུང་ཚུང་གི་སུ་ག་སྐྱེ་འོད་ཚབ་དུངས་ཤེས་ཞིག་འཕྲོག་ན། ང་ཚོས་བཏག་ཆེན་པོ་དང་གསལ་བའི་སྣང་བརྟན་ཞིག་སྐྱེན་ཐུག། འོད་ཀྱི་ལག་ཐོག་ཁ་བར་གྱི་བར་ཆས་ཀྱིས་བྱེད་ལས་དེ་ལྟར་སྐྱུག།

4. The Human Eye (Vision)

༤ གྱི་སེམས་ཀྱི་མཐོང་ཚོར།

སྐྱོབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་པ།
 མིག་དང་པར་ཆས་ཀྱི་མཚུངས་ཚོས་དོས་བཟུང་རྒྱ།

འོད་ཀྱི་དབང་ཚོར་དག་ནི་འོད་དང་འཛིག་ཉིན་གྱི་འབྲེལ་ཐམས་ལྟར་ཡིན། གལ་ཏེ་འོད་ཀྱིས་མཐོང་ཚོར་དང་ཐོས་ཚོར་བྱེད་ཚོར། དེ་གཞིན་དུ་རོ་ཚོར་སོགས་མི་སྐབ་ཆེ་གང་བྱུང་ངམ། གལ་ཏེ་འོད་ཀྱིས་རང་ཉིད་ཀྱི་ལག་བར་མ་བཟུངས་པར་དེ་དག་གང་དུ་ཡོད་པ་བཏག་མ་ཐུག་ཆེ། གལ་ཏེ་བཟུག་གིས་ཉེན་ཁ་དང་མས་སྐྱོན་གྱི་ཉེན་བརྟེན་གཏོང་ཆེ་ཅི་ཞིག་བྱུང་ངམ། དབང་ཚོར་དེ་རིམ་ཁོར་ཡུག་ལས་འོད་དང་། ལྷ། དེག་གྲ། དེ་བཞིན་འདུས་རྒྱལ་སོགས་གནས་རྒྱལ་དུ་མ་ལེན་ཉེ་བར་ལན་ཉེ་ལས་འཇུག་བྱས་པ། གྱི་དོ་བོར་སྐྱད་པར་གཏོང་གི་ཡོད།

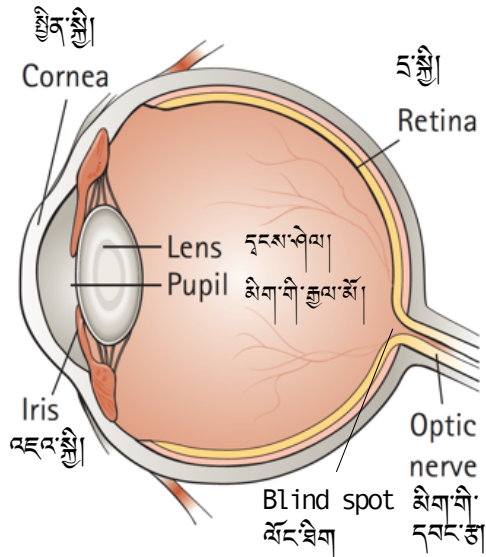
Experiments: བརྟན་དབྱེད།

- 1 གྱི་ཆེ་ཤེས་ཞིག་གྱིས་རང་གི་དོགས་པའི་མིག་ལ་ཉེ་གྲུ་ཞིབ་གྱིས།
- 2 གྱི་དོགས་པའི་མིག་ལ་དོ་སྣང་ཡག་པོ་བྱེད་ནས་ལྟོས། འོད་ཀྱིས་དོགས་པའི་མིག་ལ་སྐྱོབ་གཞུག་ལག་ཐོག་ཁ་བར་གིས་སྐྱོ་བུར་དུ་འོད་སྐྱར་སྐབས་གང་མཐོང་གི་འདུག་གམ།

སྐྱིབ་སྐྱི་ཞེས་པ་འཁྲུགས་ཞིང་དུངས་གསལ་གྱི་སྐྱི་མོ་མིག་གཤེད་པོ་ཡི་མཚན་སུ་མཐུད་པ་དེའི་རྒྱུ་དེ་འོད་ཀྱི་མིག་ལས་དུ་ཞུགས། ཉེ་ཤེས་ ཀྱི་དཔེ་རིས་ 4 གྱི་དཔེ་རིམ་འོད་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ཞེས་པའི་སུ་ག་སྐྱེ་མོ་ཞིག་རྒྱུ་དེ་འཕྲོ་ཡི་ཡོད། འཇམ་སྐྱི་ཡིས་འོད་ཀྱི་མིག་གི་ཁ་དོག་གི་བྱེད་པོ་ནི་ཡིན་ཞིང་དེས་མིག་གི་རྒྱལ་མོའི་མཐོང་ནས་སྐྱོར་ཉེ་དེའི་ཆེ་རྒྱུ་ལ་སྐྱེད་པའི་འོད་ཀྱི་ཡོད། འོད་ལྷགས་ཆེ་སྐབས་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་རྒྱུང་བ་དང་འཕྲུག་ཁྲག་སྐབས་མིག་གི་རྒྱལ་མོ་རྒྱུ་ཆེ་རྒྱ་སོང་སྐྱེ་འོད་གང་མང་ནང་དུ་ལེན་པར་བྱེད། མིག་གི་རྒྱལ་མོ་ནས་འོད་དེ་དུངས་ཤེས་བརྒྱུད་འཕྲོལ་ཡོད། དུངས་ཤེས་ཀྱིས་འོད་བཟུས་ཉེ་མིག་རིམ་གྱི་རྒྱལ་མོ་ཡོད་པའི་བྱ་སྐྱེ་དོས་སུ་དམིགས་ཀྱི་ཡོད། བྱ་སྐྱེ་ཞི་འོད་ཚོར་སྐྱེད་དུངས་ཤེས་དབྱེད་དུ་བཟུང་དུ་བཟུང་སྐྱེད་དུ་བཟུང་སྐྱེད་འོད་མོག་

དཔེ་རིས་ 6 གྱི་དབྱུགས་དབྱེད་སྐྱེད་དུ་བཟུང་སྐྱེད་འོད་མོག་

སྐབས་སྤྱི་ལུང་དེ་དག་གིས་སྐྱད་པར་གཏོང་བའི་ལས་འཇུག་ལྷན་པར་འགྲུར་བ་བྱུང་། འཕྲིན་སྐྱད་པར་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་སྐྱེལ་བའི་
དབང་ཅའི་ཚུན་པོ་ལ་མིག་གི་དབང་ཅ་ཟེར།



རི་མོ། ༥ ༽ མིའི་མིག་གི་ཁག་གཤག་གི་དོས། མིག་གིས་འོད་རྣམས་ལས་འཇུག་ལྷན་པར་འོ་བོར་བརྒྱུད་སྐྱད་པ་ལ་ཆ་འཕྲིན་གཏོང་གི་ཡོད།

འོད་ཚོར་སྤྱི་ལུང་དབྱུགས་དབྱེ་བས་དང་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གཉིས་ལ་བྱེད་ལས་མི་འབྲ་བ་ཡོད། དབྱུགས་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་ནི་འོད་ལ་ཚོར་བ་
སྐྱེན་པོ་ཡིན་པ་དང་འོད་མི་གསལ་བའི་སྐབས་སུ་མཐོང་བར་བྱེད་པར་གཤམ་ཆེན་པོ་ཡིན། དབྱུགས་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གིས་ཁ་དོག་དབྱེ་
བྱེད་མི་སྲུབ་ཀྱང་དེ་དག་གིས་ཁྱེད་ལ་དཀར་པོ་དང་ནག་པོ་དང་སྐྱ་པོའི་མདོག་གི་མདངས་འགའ་ཤམ་མཐོང་བར་རོགས་བྱེད། དེས་ན་འོད་
མདངས་ཞེན་པའི་ཁང་བ་ཞིག་གི་ནང་ཁྱེད་ཀྱིས་གོས་སྟོ་ནག་ཅན་ཞིག་དང་དམར་སྐྱ་ག་ཅན་གཉིས་ཀྱི་ཁྱད་པར་བྱེད་མི་སྲུབ། ༼་མི་མང་པོ་ཞིག་
གིས་གོ་མས་འདྲིས་ཐེབས་པར་སྐྱེན་གྱིས་རང་ཉིད་ཀྱི་ཁ་དོག་མཐོང་བའི་ལྷན་པར་བརྒྱགས་པ་ཤེས་རྟོགས་བྱུང་གི་མེད། ༽ དབྱུགས་དབྱེ་བས་སྤྱི་
ལུང་དག་གིས་མཐོང་ཚོར་གྱི་དོན་པོའི་ཞིབ་སླ་ལེགས་པར་འབྱེད་མི་ལུས། དེས་སྐྱེན་པས་ཁྱེད་ཀྱི་མཚན་མོའི་མིག་ཤེས་དེ་རབ་རིབ་ཅན་དང་
མདོན་གསལ་མེད་པ་ཡོད། སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གིས་ཁ་དོག་རྟོགས་སྲུབ། ཁྱེད་ཀྱི་མིག་ལ་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་རིགས་མི་འབྲ་བ་གསལ་ཡོད་
པ་དེ་དག་འེ་རེས་འོད་དམར་པོ་དང་ལྗང་ལྗང་སྟོན་པོ་སོ་སོར་ལ་ལན་དྲག་པོ་བྱེད། ཁྱེད་ཀྱི་མཐོང་བཞིན་པའི་མཚན་མདངས་ཐམས་ཅད་ཁ་
དོག་དེ་གསལ་པོ་འདྲིས་སྟོར་བྱེད་པ་ལས་འབྲུབ་པ་ཡིན། ཁ་དོག་མོང་བ་བྱུང་བའི་རྒྱ་མཚན་ནི་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གཅིག་གསལ་མང་བའི་བྱེད་
ལས་མ་བྱེད་པར་སྐྱེན་གྱི་ཡིན།



རི་མོ། ༦ ༽ དབྱུགས་དབྱེ་བས་དང་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་ནི་མིག་གི་འོད་ཚོར་སྤྱང་ཡིན། དབྱུགས་དབྱེ་བས་དང་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གཉིས་ཀྱི་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་གི་བཟོ་
དབྱེ་བས་ལ་བརྟེན་ནས་མིང་འདོགས་པ་ཡིན། མོང་གི་སར་དེ་སྤྱང་མཐོང་ཆེ་ཤེས་ནས་རྒྱབ་པའི་སར་རེས་ཞིག་ཡིན་ལ་སར་དེ་ 1000 ཅམ་ཆེ་དུ་བཏང་བ་ཞིག་འེད།

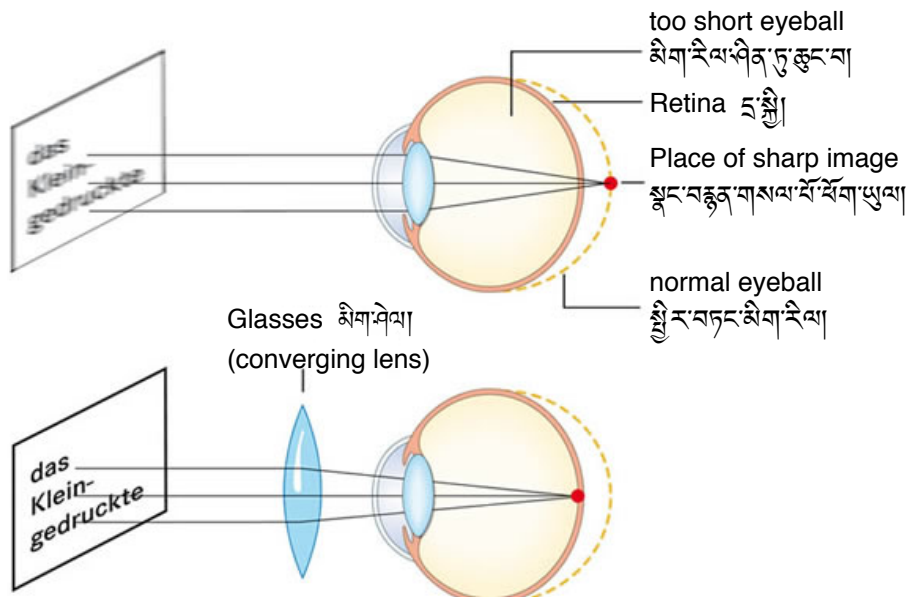
གལ་ཏེ་ཁྱེད་ཀྱིས་སྤྱང་མེད་དུ་རང་ཉིད་ཀྱི་མིག་ལ་གཞུས་ཆེ་སྟོ་བྱུང་དུ་འོད་ཁྲ་ལྡམ་མེར་བྱས་པ་སྤྱང། དེ་ནི་སྐྱེན་ལྷན་གྱིས་དབྱུགས་དབྱེ་བས་
དང་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་ལ་སྐྱལ་སྐྱེན་ཐེབས་པས་བྱུང་བ་ཞིག་འེད། སྐྱད་པས་དབྱུགས་དབྱེ་བས་དང་སྤྱང་དབྱེ་བས་སྤྱི་ལུང་ལས་འཕྲོར་བའི་བར་
ཅི་འབྲ་ཞིག་ཡིན་དུ་འོད་དུ་དོས་འཛིན་བྱས་པས་ཁྱེད་ཀྱིས་འོད་མཐོང་བ་འེད།

མཐོང་ཚོར་ནི་ཁྱིེ་ཉི་དབང་ཚོར་ཀུན་ལས་འཚར་འཕེལ་ལེགས་ཤོས་ལྷུང་བ་དེ་ཡིན། དེ་ལྟར་དེ་ལྟར་སྤྲོད་དང་སྤྲོད་དེ་ལྟར་སྤྲོད་དེ་ལྟར་གཉིས་ གིས་ཁྱིེ་ཉི་ལུས་པོའི་དབང་ཚོར་སྤྲོད་དག་ལས་བརྒྱ་ཆ་ ༥༠ ཙམ་གྱི་འགྲུབ་བ་ཡིན།

5. Correction of vision with glasses

༥ ་) མིག་ཤེལ་གྱིས་མཐོང་ཚོར་ཚོར་བཙོས་བྱེད་པ།

གལ་ཏེ་ཁྱིེ་ཉི་མིག་གི་བྱེད་ལས་ཉམས་པའི་དབང་གིས་དེ་བཙོན་གྱི་ཡི་གེ་གསལ་པོར་མཐོང་བར་དེ་བཙོན་ཉིད་ནས་རྒྱང་ཐག་རིང་པོར་བཟུང་ དགོས་ཚེ། ཁྱིེ་ཉི་ཉེ་སྤྲོད་བས་རྒྱང་རིང་མཐོང་ལུས་ཞེས་བཤད་པ་དེ་ཡིན། ཁྱིེ་ཉི་མིག་གི་དངས་ཤེལ་ལ་སློན་ཡོད་པ་དང་ཡང་ན་ཁྱིེ་ཉི་མིག་རིལ་ ལྷུང་བའི་རྒྱུ་གྱིས་ཡིན། དེའི་བཙོས་ཐབས་སུ་ཁྱིེ་ཉི་སྤུ་ཤེལ་ཅན་གྱི་མིག་ཤེལ་ལྟོན་དགོས།



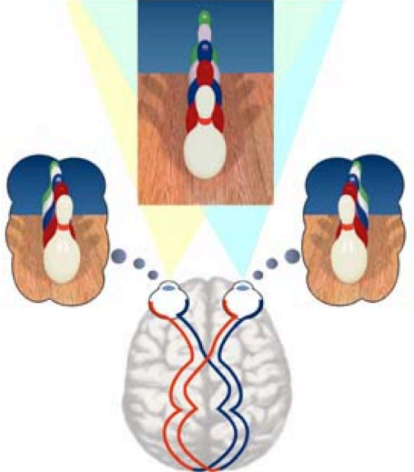
རི་མོ། ༥ ་) བར་རིས་གོང་མ། : ཉེ་སྤྲོད་བས་རྒྱང་རིང་མཐོང་ལུས་ཀྱི་མི་ཞིག་གི་མིག་ བར་རིས་འོག་མ། : མི་དེའི་མིག་ཤེལ་ལྟོན་པ།

6. Stereoscopic Vision

༥ ་) སྤྲོད་ལུགས་དེ་ལྟར་སྤོང་གི་མཐོང་སྒྲུང་།

Definition: མཚན་ཉིད།

སྤྲོད་ལུགས་དེ་ལྟར་སྤོང་གི་མཐོང་སྒྲུང་ངམ་ངོས་གསལ་ཅན་རྣམས་གྲུབ་ལྟར་གྲུབ་ལྟར་གྱི་མཐོང་ ལྷུང་ནི་མིག་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྒྲུང་ཞིག་ལ་ཟེར་བ་དང་དེའི་བྱེད་ལུགས་ཀྱི་གཏོང་ཐབ་ ཚད་ཀྱི་འདུ་ཤེས་དང་གོ་ལུལ་གྱི་ཉམས་སྲུང་སྤོང་སོགས་སློབ་བྱས། སྤྲོད་ལུགས་དེ་ལྟར་ འཕོང་གི་མཐོང་སྒྲུང་ནི་གཉིས་བརྒྱུད་མཐོང་སྒྲུང་གི་ཚད་མཐོ་ཤོས་ཞིག་ཡིན།



རི་མོ། ༥ ་) དངོས་པོ་གཅིག་ལ་མིག་གཉིས་ཀྱིས་མཐོང་ ཚུལ་མི་འདྲ་བ། ལྷུང་བས་སྤྲོད་བརྒྱུན་གཉིས་པོ་ གཅིག་ཏུ་འདུས་ནས་གཏོང་ཐབ་ཚད་ཀྱི་འདུ་ ཤེས་སློབ་པར་བྱེད།

རྟ་བཞིན་མ་ཡིན་པར་འགོ་བ་མི་ལ་རང་ཉིད་ཀྱི་མཐོང་མཐོན་སྤོང་སྤོང་གིས་སྤོང་གཉིས་པོར་ གཅིག་གི་འདབས་སུ་གཅིག་གཞན་ཏེ་ཡོད། མིག་གཉིས་གཅིག་གི་འདབས་སུ་གཅིག་ཉེ་ པོར་གནས་པའི་རྒྱུ་གྱིས་མིག་རེ་རེས་ས་ཁྱོན་གཅིག་ལ་ལྷུང་ལུགས་ལྷུང་ལྷུང་ལྷུང་ མིག་གཉིས་པོའི་མཐོང་སྒྲུང་པལ་ཆེ་བ་མཚུངས་བ་ཡིན་ཡང་མིག་ གཅིག་གིས་མཐོང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་གང་ལེན་པ་འདི་མིག་གཞན་གྱི་ཆ་འཕྲིན་དེ་ག་རང་ མི་ལེན།

མིག་པོ་པོར་མཐོང་སྒྲུང་མི་འདྲ་བ་ལེན་ལ་སྤྲོད་བརྒྱུན་མི་འདྲ་བ་གཉིས་པོ་ལྷུང་བར་གཏོང་གི་ཡོད། ༥ ་) ལྷུང་བརྒྱུན་གཉིས་པོ་ལྷུང་ པའི་ལྷུག་འདབས་སུ་དུས་མཉམས་ལ་འགྲོར་སྤོང་བས་སྤྲོད་བརྒྱུན་གཉིས་པོ་གཅིག་ཏུ་གཅིག་གྲིལ་བྱེད། ཤེས་པས་སྤྲོད་བརྒྱུན་གཉིས་པོའི་མཚུངས་

ཚོས་རྣམས་འགྲན་རྒྱ་བྱས་ལ་ཁྲད་པར་གང་ཡོད་སྐོར་ཉེ་སྤང་བརྟན་གཅིག་ཏུ་འདུས། སྤང་བརྟན་གཉིས་པོའི་བར་གྱི་ཁྲད་པར་པ་མོ་རྣམས་ཀྱིས་
མཐའ་མའི་སྤང་བརྟན་ལ་ཁྲད་པར་ཆེན་པོ་བཟོ་ཡི་ཡོད། འདུས་པའི་སྤང་བརྟན་དེ་ཡང་སྤང་གི་ཆ་ཤེས་དག་ལས་ལྷག་པ་ཡོད་པ་ནི་ཁྲད་པའི་བྱེད་
བ་ཡིན།

7. Visual illusion and brain (see: <http://michaelbach.de/ot/index.html>)

ཧྲེན་མིག་གི་འཁྲལ་སྤང་དང་ཁྲད་པ།

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

༼ དངོས་དོན་ནི་འཁྲལ་སྤང་ཅམ་རེད། འོན་ཀྱང་འཁྲལ་སྤང་དེ་བརྟན་པོར་གནས་ཡོད། ༽

མིག་གི་འཁྲལ་སྤང་དེའི་ང་ཚོའི་འདུ་ཤེས་ཚང་མ་འཁྲལ་བ་ཡིན་པ་ཞིག་སྟོན་གྱི་ཡོད། བར་དུ་ལྷགས་པའི་དབང་ཚོར་གྱི་ཆ་འཕྲིན་རྣམས་ཁྲད་
པས་དོན་འགྲུབ་བྱེད་ནས་འཛུལ་སྤིང་གི་མཚོན་དོན་ལ་ནང་གི་བསམ་ཤེས་བྱེད་པ་ཞིག་རེད།

Definition and classification མཚན་ཉིད་དང་དབྱེ་བ།

- འཁྲལ་སྤང་ནི། ༡ ༽ རྫོང་ལ་གང་ཞིག་སྤྲོ་བའམ་ལོག་པར་འབྲིང་བ།
- ༢ ༽ གང་ཞིག་ཡུལ་གྱི་ཐོག་ནས་གནས་པར་འཛིན་པ་དང་དེའི་དངོས་པོའི་རང་བཞིན་ངོ་མ་ལ་བྱིན་ཅི་ལོག་པའི་འདུ་ཤེས་
 སྤྲེས་པ།

འཁྲལ་སྤང་དེ་འབེལ་པོ་ཡོད་ནས་སྤྲེ་ཚན་དུ་དབྱེ་ཁག འཁྲལ་སྤང་ཁག་གཅིག་ལ་གྲུབ་འབྲས་ལྡན་པའི་འབྲེལ་བ་ཤེད་མེད། ཡིན་ཡང་ང་ཚོས་དབྱེ་
བ་བྱེད།

- Motion and time
 - Luminance and contrast
 - Colour
 - Geometric or angle illusions
 - 3D interpretation: Size constancy and impossible figures
 - Cognitive/Gestalt effects
- འགྲུལ་སྐྱོད་དང་དུས།
 - འཕྲོ་ལྷགས་དང་སྐྱོག་ཚོས།
 - ཁ་དོག།
 - དབྱེ་བས་ཅེས་སམ་ཟུར་ལྷག་གི་འཁྲལ་སྤང་།
 - ངོས་གསུམ་ཅན་རྟོག་གྲུགས་གྱི་དོན་འགྲུལ།
འགྲུར་སྤྲོག་མེད་པའི་བོངས་ཚད་དང་མི་སྲིད་པའི་བཟོ་དབྱེ་བས།
 - ངོས་འཛིན་ནམ་/སྐ་སི་ཏལ་གྱི་ལྷགས་རྒྱུན།

Conclusion: མཇུག་སྟོན།

ཁྲད་གྱི་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་
ཁྲད་པས་འབྲེལ་བརྗོད་ཐ་དང་བ་བྱེད་གྱི་ཡོད།