

## Sound Waves and Hearing\*)

### སྒྲིབ་སྒྲུབ་དང་སྒྲིབ་སྒྲུབ་ཚོར་བ།

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

### 1. Vibrations and Waves

#### ༡ ། འདར་འགྲུལ་དང་རྒྱུ་རྒྱུ་

#### Learning Objective སྒྲིབ་གཉེར་གྱི་དཔེ་དགོས་པ།

*Distinguish among amplitude, wavelength, frequency, and period.*

འདར་དཔེ་དང་སྒྲིབ་སྒྲུབ་ཚོར་བ། ལྷན་ཚུན་དཔེ་དང་སྒྱེད་པ་སྒྱེད་ཀྱི།

#### Experiments: བརྟག་དཔྱད།

1. Press with one hand a scale firmly against the table, so one end is overlapping approximately 7 cm outside the table. With the other hand pull the end down a little bit and let it suddenly go. Observe and listen. Change the overlapping distance and the strength of pulling down several times.

༡ ། རྒྱུ་ལོང་ཞིག་ཚུལ་ཅེ་ཞིག་གི་སྒྲིབ་དུ་དམ་པོར་གཞོན་ཏེ་བཟུང་། དེའི་སྒྲིབ་གཉེར་གྱི་མི་ཁར་ཡ' ཚམས་ཚོགས་ཚེ་སྒྲིབ་ལ་སྒྲིབ་པ་དགོས། ལག་པ་གཞན་དེས་རྒྱུ་ལོང་གི་སྒྲིབ་ལ་གཞན་དེ་ཅུང་ཚམས་གཞོན་རྗེས་དེ་མ་ཐག་ཏུ་གཏོང་། ཞིབ་མོར་ཉོན། རྒྱུ་ལོང་གི་རིང་ཚད་དང་གཞོན་ལྷག་སྤྱད་པ་བཏང་སྟེ་བརྟག་དཔྱད་དེ་སྤངས་ཁ་ཤས་བསྐྱར་སྒྲིབ་སྒྲུབ་ཀྱིས།

2. Take a sheet of paper, put it on the floor. One person moves regularly a pencil up and down making a continuous line on the paper. The other person moves the paper horizontally with constant speed away. Repeat it with other sheets and different speeds of moving either the pencil or the paper.

༢ ། སྒོ་སྒྲིབ་གཉེར་གྱི་ལེན་ནས་ཞེ་ལའི་ཐོག་ཏུ་ཞོག་མི་གཉེན་གྱིས་ཞེ་སྒྲིབ་པ་བྱེད་སྲུང་དེ་སྒོ་སྒྲིབ་པ་བྱེད་སྲུང་མ་ཚད་པར་རྒྱུ་ལོང་དགོས། མི་གཞན་དེས་སྒོ་སྒྲིབ་པ་བྱེད་སྲུང་ལ་མཐོག་སྤྱོད་ཚད་དམ་ཅན་ཞིག་ལ་འགྲུལ་བ་མེད་པར་འཕྲེན་དགོས། སྒོ་སྒྲིབ་པ་གཞན་འགའི་སྒྲིབ་དུ་མཐོག་སྤྱོད་ཚད་མི་འདྲ་བར་བརྟག་དཔྱད་གྱེད་དེ་བསྐྱར་སྒྲིབ་སྒྲུབ་ཀྱིས།

3. Different sources of sound.

༣ ། སྒྲིབ་འགྲུལ་ལུང་སྤོང་མི་འདྲ་བ།

Anything—from your vocal chords to a pendulum—that moves back and forth, to and fro, in and out, or up and down is vibrating. A *vibration* is a wiggle. A wiggle that travels is a *wave*. A wave extends from one location to another. Light and sound are both vibrations that propagate throughout space as waves, but waves of two very different kinds. Sound is the propagation of mechanical vibrations through a material medium—a solid, a liquid, or a gas. If there is no medium to vibrate, then no sound is possible. Sound cannot travel in a vacuum. But light can, because light is a vibration of nonmaterial electric and magnetic fields—a vibration of pure energy. Although light can pass through many materials, it does not require a material.

\*) Source: Hewitt P.G. et al, 2013: Conceptual Integrated Science, 2<sup>nd</sup> Edition, Publisher Pearson  
 Translation: Tenzin Tsondue & Kalsang Gyatso  
 SIW2\_3/2020-09-22/W.Nater

གྲེ་ཐག་གམ་དབྱང་རྒྱ་ལ་སོགས་དངོས་སོགས་རྒྱ་ལ་མཐུན་ཆུབ་ཏུ་གཡོ་བའོ། བར་ཚུར་གཡོ་བ། སྤྱི་ནད་དུ་གཡོ་བ། ཡར་མར་གཡོ་བའི་དངོས་སོགས་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཅུང་དེ་ཉིད་འདར་འགྲུལ་གྱི་དབྱེད་ཡོད། འདར་འགྲུལ་ནི་གཡུག་གཡུག་གི་གཡོ་འགྲུལ་ཞིག་ཡིན། གཡུག་གཡུག་གི་གཡོ་འགྲུལ་ནི་རྒྱ་བས་ཤིག་ཡིན། རྒྱ་བས་ཤིག་གིས་གནས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་འབྲེལ་བར་བྱེད། འོད་དང་སྐྱ་གཉིས་ཀ་བར་སྤང་ཚོད་དུ་རྒྱ་བས་ཀྱི་དོ་སོར་འབྲེལ་བའི་འདར་འགྲུལ་ཡིན་ནའང་དེ་གཉིས་ནི་རྒྱ་བས་ཀྱི་རིགས་ཡོངས་སུ་ཐ་དད་པ་གཉིས་ཡིན། སྤྱི་ནད་མཚེགས་གཟུགས་དང་། གཤེར་གཟུགས། རྒྱ་བས་གཟུགས་གང་ཅུང་ལས་གྲུབ་པའི་བེམ་གཟུགས་ཀྱི་བརྒྱུད་དུ་འབྲེལ་སྟེ་བསྐྱོད་པའི་འདར་འགྲུལ་ཉེ་འགྲུལ་ཤུགས་ཀྱི་རྒྱ་བས་ཤིག་ཡིན། འདར་འགྲུལ་གྱི་དབྱེད་མའི་བརྒྱུད་ལམ་ཞིག་མེད་པར་སྤྱོད་མི་སྲིད། ལྷོང་སངས་ཀྱི་བརྒྱུད་དུ་སྤྱོད་པའི་ཐུབ། འོན་ཀྱང་འོད་ཀྱིས་དེ་ལྟར་གྱི་དབྱེད་ཐུབ་སྟེ་འོད་ནི་རྒྱ་བས་རྒྱུ་གིས་གྲུབ་པའི་སྤོག་ཁབ་ལེན་གྱི་རྒྱ་བས་ཞེས་པའི་སྤོག་ར་དང་ཁབ་ལེན་ར་བའི་འདར་འགྲུལ་ཡིན་པས་སོ། འོད་ནི་དངོས་རྒྱས་རིགས་མང་སོ་བརྒྱུད་ནས་བསྐྱོད་ཐུབ་ཀྱང་དེ་དག་ལ་བརྒྱུད་ལམ་དགོས་མེད།

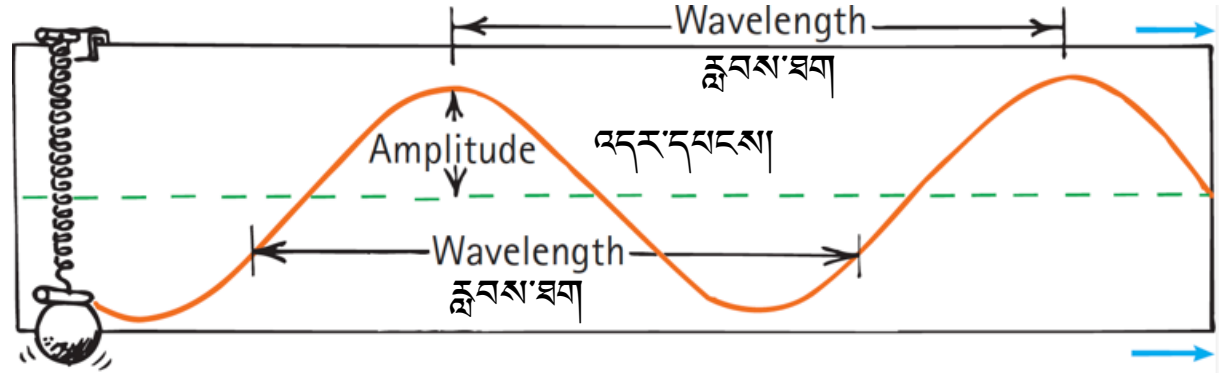


Figure 1: As in your experiment 1, a red pencil on a mass attached to a vertical spring vibrates up and down and traces a waveform on a sheet of paper that is moved horizontally at constant speed. དེ་ལེ་རིས་ ། རྒྱུད་ཀྱི་བརྒྱུད་དབྱང་དང་སོ་བཞེན་དུ། རྒྱ་བས་ཀྱི་སྤྱོད་པ་དབྱེད་པའི་ཞུ་སྒྲིག་དམར་སོ་ཞིག་སྤྲོད་ཏེ་ཡར་མར་གྱེན་ཕྱོགས་སུ་འགྲོ་བ་དེའི་རྒྱ་བས་རིས་སྤྲོད་ཚུངས་ཅན་ཞིག་གི་ཐོག་འབྲེལ་འགྲུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་དབྱེད་པའི་ཤོག་གུ་ཞིག་གི་དོས་སུ་འགོད་ཐུབ།

The relationship between a vibration and a wave is shown in Figure 1. The waveform is actually a so-called *sine curve*, a graphical representation of a wave. Like a water wave, the high points of a sine wave are called *crests* and the low points are the *troughs*. The straight dashed line represents the “home” position, or midpoint, of the vibration. The term **amplitude** refers to the distance from the midpoint to the crest (or to the trough) of the wave. So the amplitude equals the maximum displacement from equilibrium. Waves carry energy from one place to another. The amount of energy a wave carries depends on its amplitude. The larger the amplitude of a wave, the more energy it has. The **wavelength** of a wave is the distance from the top of one crest to the top of the next crest or, equivalently, the distance between successive identical parts of the wave.

འདར་འགྲུལ་དང་རྒྱ་བས་དབང་གི་འབྲེལ་བ་དཔེ་རིས་ ། རྒྱ་བས་སྤྱོད་པའི་རྒྱ་བས་ཀྱི་དབྱེད་པས་ལ་སྤྱི་ནད་གྲུག་རིས་ཞེས་འབོད། སྤྱི་ནད་གྲུག་རིས་ནི་རྒྱ་བས་ཀྱི་རིས་མོའི་རྒྱ་བས་ཞིག་ཡིན། རྒྱ་བས་དང་སྤྱོད་པའི་རྒྱ་བས་ཀྱི་མཐོ་ཆ་དེ་ལ་ཟེ་ཞེས་འབོད་པ་དང་། དམའ་ཆ་དེར་ཤུར་ཞེས་འབོད་པ་མེད། ཚོག་ཐིག་དྲང་སོ་དེས་རང་མཉམ་གནས་གཞིའམ་འདར་འགྲུག་གི་དབྱེད་ཆ་མཚོན། འདར་དབང་སྤྱོད་པའི་ཐ་སྤྱོད་དེ་ནི་རྒྱ་བས་ཀྱི་དབྱེད་ཆ་ནས་ཟེ་(ཡང་ན་ཤུར་)བར་གྱི་རྒྱུད་ཐག་ལ་གོ་དེས་ན་འདར་དབང་སྤྱོད་པ་དང་ཆ་སྟེན་གནས་གཞི་ནས་བརྒྱུད་པའི་གནས་སྤོ་ཆེ་ཤོས་གཉིས་མཉམ་པ་མེད། རྒྱ་བས་ཀྱིས་ཕྱོགས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་རྒྱ་བས་པ་འོར་འདྲེན་གྱི་ཡོད། རྒྱ་བས་ཞིག་གིས་རྒྱ་བས་པ་འོར་ཅས་འབྲེལ་ཐུབ་ཐེན་ནི་རྒྱ་བས་དེའི་འདར་དབང་སྤྱོད་པ་ལ་རག་ལས་ཡོད། རྒྱ་བས་ཀྱི་འདར་དབང་སྤྱོད་པ་འོར་ཅས་ཆེ་བ་དེ་ཅས་ཀྱི་རྒྱ་བས་པ་ཆེ་བ་ཡོད། རྒྱ་བས་ཀྱི་ཟེ་ཉོག་གཅིག་ནས་ཟེ་ཉོག་གྱི་མའི་བར་གྱི་རྒྱུད་ཐག་ལ་རྒྱ་བས་ཐག་ཟེར་བ་མེད། དེ་དང་མཚུངས་པར་རྒྱ་བས་ཀྱི་ཆ་གཅིག་པ་སྤྱི་གང་འདྲ་ཞིག་ཡིན་ཅུང་དེའི་བར་གྱི་རྒྱུད་ཐག་ལ་རྒྱ་བས་ཐག་ཟེར།

All waves have a vibrating source. You have investigated one example with experiment 1. How frequently a vibration occurs is described by its frequency. The **fre-**

**quency** of a vibrating pendulum, or of an object on a spring, specifies the number of to and fro vibrations it makes in a given time (usually in 1 second). A complete to-and fro oscillation is one vibration. If the oscillation occurs in one second, the frequency is one vibration per second. If two vibrations occur in one second, the frequency is two vibrations per second. The unit of frequency is called the **hertz** (Hz), after Heinrich Hertz a German physicist. One vibration per second is 1 hertz, two vibrations per second is 2 hertz, and so on.

The **period** of a wave or vibration is the time it takes for a complete vibration— for a complete cycle.

རྒྱལ་མཐུན་ཅན་ལ་འདྲ་འགྲུབ་ཀྱི་འབྲུང་ཁུངས་ལོ་ཡོད། ལྷན་གྱིས་བརྟན་དུ་དང་སོའི་ནང་ཞིབ་དུ་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། རྒྱུ་ཕྱོད་ཀྱིས་འདྲ་འགྲུབ་གི་གྲངས་མང་ལོས་འབྲུང་གི་ཡོད་པ་དེ་རྣམས། འདྲ་འགྲུབ་བྱེད་བཞིན་པའི་དུས་རྒྱུ་རྗེ་ཞིག་གསལ་ལྡོམ་ཅི་བ་སྟེ་གི་ཅ་དངོས་ཞིག་གིས་དུས་ཡུན་དེས་ཅན་(རྒྱན་ལྷན་སྐར་ཆ་རེར་) ཞིག་གི་ནང་དུ་མདུན་རྒྱུ་བྱི་གཡོ་བ་ག་ཚོད་བྱེད་པ་དེའི་རྒྱུ་ཕྱོད་ཀྱིས་བརྟན་པ་རེད། མདུན་རྒྱུ་བྱི་གཡོ་བ་ཆ་ཚང་བ་གཅིག་ལ་འདྲ་འགྲུབ་གཅིག་བཅེ་ཞིང་། གལ་ཏེ་འདྲ་འགྲུབ་གཅིག་སྐར་ཆ་གཅིག་གི་ནང་གྲུབ་པ་ཡིན་ན་དེ་ལ་སྐར་ཆ་རེ་ལ་འདྲ་འགྲུབ་རེ་ཡི་རྒྱུ་ཕྱོད་ཡོད། གལ་ཏེ་སྐར་ཆ་གཅིག་གི་ནང་འདྲ་འགྲུབ་གཉིས་བྱུང་བ་ཡིན་ན་དེ་ལ་སྐར་ཆ་རེ་ལ་འདྲ་འགྲུབ་གཉིས་རེའི་རྒྱུ་ཕྱོད་དང་ལྡན། རྒྱུ་ཕྱོད་ཀྱི་བཅེ་ཞི་ཉར་ཚི་ (Hz) ཞེས་པ་དེ་ཡང་འཇར་མི་ནི་ཡི་དངོས་ཁམས་ཚན་རིག་པ་ཉན་རིག་ཉར་ཚིའི་མཚན་ནས་བཏགས་པ་ཞིག་རེད།

ཉར་ཚི་གཅིག་ནི་སྐར་ཆ་གཅིག་ལ་འདྲ་འགྲུབ་གཅིག་དང་། ཉར་ཚི་གཉིས་ནི་སྐར་ཆ་གཅིག་ལ་འདྲ་འགྲུབ་གཉིས་ལ་སོགས་པ་ཡིན། འདྲ་འགྲུབ་གསལ་རྒྱལ་ཀྱི་ཡུན་ཚད་ནི་འདྲ་འགྲུབ་ཆ་ཚང་བ་ཞིག་གྲུབ་པའི་དུས་ཡུན་ལ་གོ།

## 2. Wave Motion

### ༡ རྒྱུ་རྒྱུ་གི་འགྲུལ་བསྐྱོད།

#### Learning Objective གློ་བཟང་བྱེད་པའི་དགོས་པ།

Describe how energy is carried in waves

རྒྱུ་རྒྱུ་གིས་རྒྱུ་རྒྱུ་པ་འི་ལྷོང་འགྲུལ་བ་འགྲུལ་བ་བྱེད་ཕྱོད།

#### Experiments: བཏག་དབྱིབས།

1. Little stone falling in water: Observing the surface. How does a little piece of wood move while the wave is passing?

༡ རྒྱུ་རྒྱུ་ཞིག་ཚུའི་ནང་ལྷུང་བ། ཚུའི་ཚོས་ལ་ཞིབ་ལྷོས་དང། ཤིང་རྒྱུ་ཞིག་རྒྱུ་རྒྱུ་གི་དང་ལྷན་དུ་འཇོག་པའི་ལྷོང་འགྲུལ་བ་ཞིན་འདུག་གས།

If you drop a stone into a calm pond, waves will travel outward in expanding circles.

Energy is carried by the wave, traveling from one place to another. The water itself goes nowhere. This can be seen by waves encountering a floating leaf. The leaf bobs up and down, but it doesn't travel with the waves. The waves move along, not the water. When you speak, wave motion through the air travels across the room at about 340 meters per second. The air itself doesn't travel across the room at this speed. In these examples, when the wave motion ceases, the water and the air return to their initial positions. It is characteristic of wave motion that the medium transporting the wave returns to its initial condition after the disturbance has passed. Putting all the information about waves together, we can now specifically define what a wave is: A **wave** is a disturbance that travels from one place to another transporting energy, but not necessarily matter, along with it. The **wave speed** is the speed, with which a crest (or trough) of a wave is moving.

ཞི་འཇམ་ངང་གནས་པའི་རྒྱ་ཞིག་ཏུ་དོ་ཞིག་གཞུགས་ན་འགྲུག་ཚུའི་འགྲུལ་ཁུངས་དེ་ཉིད་དབྱུག་སུ་བྱེད་དེ་དེ་ནས་པར་ཕྱི་རུ་རྒྱུ་རྒྱུ་རྒྱུ་ལྟ་བུར་བྱེད་པའི་གོར་མོའི་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་བསྐྱོད་དེས་ཡིན། རྒྱུ་རྒྱུ་པ་གནས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་རྒྱུ་རྒྱུ་གིས་འཁྲུག་བ་ཡིན་མོད། འོན་ཏེ་ཚུ་གནས་ངང་འཇགས་སུ་སྐྱོད་ཀྱི་ཡོད། དེ་ཡང་ཚུའི་ཁར་འགྲོ་བཞིན་ཡོད་པའི་ལོ་མར་བལྟས་ན་མཐོང་ཐུབ། ལོ་མ་དེ་ཚུའི་ཁར་ཡར་མར་འགྲོ་བ་ལས་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཆ་ལ་འགྲུལ་བསྐྱོད་མི་བྱེད། རྒྱུ་རྒྱུ་པར་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱ་བ་ལས་ཚུས་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་ཀྱི་མེད། ཞིང་གི་སྐྱད་ཆ་བཞོན་སྐྱབས་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཁང་པའི་ནང་གི་མཁའ་རྒྱུད་འོད་སྐར་ཆ་གཅིག་གི་ནང་མི་ཤར་ ༣༤༠ ཚམ་བསྐྱོད་ཀྱི་ཡོད། ཁང་པའི་ནང་གི་རྒྱུད་གིས་སྐྱར་ཚད་འདིའི་ཐོག་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་ཀྱི་མེད། དེའི་མཚོན་དེ་དག་གི་ནང་རྒྱུ་རྒྱུ་གི་འགྲུལ་བསྐྱོད་མཚམས་ཚད་པ་དང་ཆབ་གཅིག་ཏུ་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་གནས་སུ་སྐྱོད་པའི་ལྷོང་འགྲུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་ཡིན། རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཆ་ཞི་བའི་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་པའི་རྒྱུ་ལས་ཀྱི་གནས་སུ་ངང་འཇགས་འགྲུལ་བསྐྱོད་ཀྱི་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཆུ་རྒྱུད་ཀྱི་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཆ་ཞིག་ཡིན། རྒྱུ་རྒྱུ་གི་ཤེས་བྱ་ཐམས་ཅད་ཕྱོགས་གཅིག་ཏུ་བསྐྱུ་བས་ང་ཚོས་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་གང་ཡིན་པ་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱ་ཐུབ། རྒྱུ་རྒྱུ་གི་གནས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་འཁྲུག་ཏེ་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱ་བའི་འདར་འགྲུག་ཞིག་ཡིན་ཡང་དེས་ལོ་མ་གཞུགས་ལྷན་དུ་འཁྲུག་པའི་ཁུར་བ་མེད། རྒྱུ་རྒྱུ་གི་མགྲོགས་ཚད་ནི་རྒྱུ་རྒྱུ་པར་ཆུ་རྒྱུད་ཀྱི་མགྲོགས་ཚད་ལ་གོ།

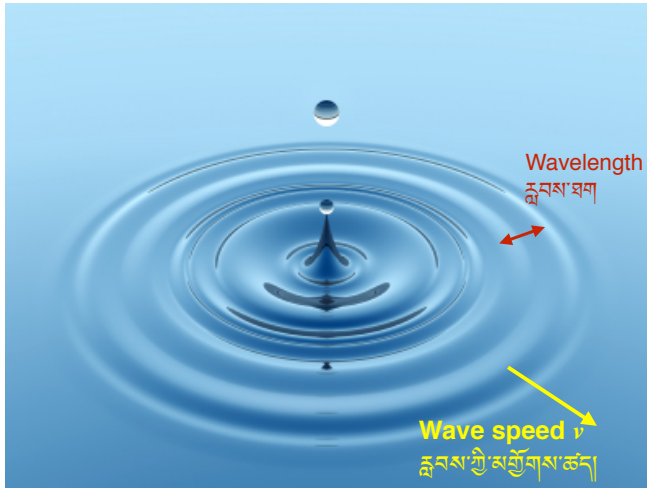


Figure 2: A top view of water waves showing the wavelength.

དཔེ་རིས་ཀྱི་ རྒྱབས་ཀྱི་སྤྱི་ཚུལ་གྱི་བཞོན་པ་ལས་རྒྱབས་ཐག་སྣང་བ།

**Key Conclusions**

Waves carry energy, as anyone who has witnessed a pounding ocean wave upon the shore can see.

A wave transfers energy without transferring matter. If matter were to move along with the energy in a wave, the oceans would be emptied as ocean waves travel to the shore.

**བསྐྱེད་པོ་སྤྲོད་པོ།**

རྒྱབས་ཀྱིས་རྒྱུ་ལ་འབྲེལ་གྱི་ཡོད། རྒྱ་མཚོའི་རྒྱབས་ཀྱིས་རྡོག་སྒྲུབ་ལུགས་དེ་མཚོ་ཁར་སྤེལ་ས་པའི་དཔེ་བཞིན།

རྒྱབས་ཀྱིས་ལེམས་གཟུགས་གནས་སློམ་བྱེད་པའི་ངང་རྒྱུ་ལ་གནས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་སློབ་ལྷོད་ཀྱི་ཡོད། གལ་ཏེ་རྒྱུ་ལ་ཆ་ལ་ལེམས་གཟུགས་ཀྱང་རྒྱབས་ཀྱི་ནང་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད་ཆེ། རྒྱ་མཚོའི་རྒྱབས་མཚོ་རོགས་སུ་བརྒྱགས་པའི་ཕྱིར་དེ་ཚོད་རྒྱ་མཚོ་སྤོངས་དགོས་པ་ཞིག་རེད།



Figure 3: Both waves transfer energy from left to right. (a) When the end of the Slinky is pushed and pulled rapidly along its length, a longitudinal wave is produced. (b) When its end is shaken up and down (or from side to side), a transverse wave is produced.

དཔེ་རིས་ ༣ ་ རྒྱབས་གཉིས་ཀྱི་སྐྱོད་ལུ་ལ་གཞིན་སྟོན་གྲོགས་ཤུ་གནས་སྟོན་བྱེད། a ་ སི་ལིང་གི་ཡི་སྟེ་མོ་གཅིག་ནས་བརྒྱུད་ཆེ་འབྲུད་འཐེན་སྤྱད་མོར་བྱེད་ བ་ལས་གཞུང་རྒྱབས་བསྐྱུར། b ་ སི་ལིང་གི་ཡི་སྟེ་གཅིག་ནས་བརྒྱུད་ཆེ་ཉིད་ལ་ལྟོས་ཏེ་བརྒྱུད་སྟེ་གནས་པའི་སྟོན་ལ་གཞིགས་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་དཔྲུག་དཔྲུག་ བྱེད་བ་ལས་འཐེན་རྒྱབས་བསྐྱུར་བ་ཡིན།

### 4. The Nature of Sound

#### ༤ ་ རྒྱལ་ཡི་རང་བཞིན།

#### Learning Objective རྒྱབ་གཉེར་བྱེད་པའི་དགོས་ལ།

Identify compressions and rarefactions in a sound wave.

སྒྲིབས་ནས་བཅོར་གཞོན་དང་ལྷུག་འགྲུང་དོས་འཛིན་བྱ་རྒྱ།

#### Explain this: Why doesn't sound travel in a vacuum?

ལྷོ་ལ་བརྗོད་བྱོས་དང་། སྙིང་སངས་སུ་སྐྱབ་སྐྱོད་མི་སྲུབ་བ་ཅི་ཡིན་ནམ།

Think of the air molecules in a room as tiny, randomly moving Ping-Pong balls. If you vibrate a Ping-Pong paddle in the midst of the balls, you'll set them vibrating to and fro. The balls will vibrate in rhythm with your vibrating paddle. In some regions, they will be momentarily bunched up (compressions), and in other regions in between, they will be momentarily spread out (rarefactions). The vibrating prongs of a tuning fork do the same to air molecules. Vibrations made up of compressions and rarefactions spread from the tuning fork throughout the air, and a sound wave is produced (Figure 4).

The wavelength of a sound wave is the distance between successive compressions or, equivalently, the distance between successive rarefactions. Each molecule in the air vibrates to and fro about some equilibrium position as the waves move by.

ཁང་པའི་ནང་གི་རྒྱུད་གི་འདུས་རྒྱལ་དག་ཕྱོགས་ལས་མེད་དུ་འགྲུལ་བཞེན་པའི་མིང་པོར་མོ་ལོ་ཚུང་ཚུང་འགར་སོམས་དང་། གལ་ཏེ་སྤྲད་ཀྱིས་ མོ་ལོ་དེ་དག་གི་མཚིང་དུ་དེག་སྐྱུ་ཞིག་འདར་འཇུག་གཏོང་ཆེ་མོ་ལོ་དེ་དག་ཀྱང་འདར་འཇུག་གི་གལོ་བར་བྱེད། མོ་ལོ་དེ་དག་དེག་སྐྱུའི་འདར་ འཇུག་གི་འགྲོས་དང་མ་ཐུན་པར་འདར་འཇུག་བྱེད། ས་གནས་འགར་མོ་ལོ་རྣམས་གནས་སྐབས་དིང་ཚུན་མོར་གནས་པ་ཉི་ ས་གནས་འགར་མོ་ལོ་རྣམས་ཁ་གམ་སྟེ་གནས་པ་ཉི་སྟུག་འགྲུང། ་ འདར་འཇུག་ཐེབས་བཞེན་པའི་སྐྱེའོ་ལྱེས་རྒྱུད་གི་འདུས་རྒྱལ་ལའང་དེ་ ལྟར་བྱས། རྒྱ་ཆེབ་ལས་ཐོན་པའི་འདར་འཇུག་གི་བཅོར་གཞོན་དང་ལྷུག་འགྲུང་རྒྱུད་ཁམས་ནང་ནལ་འགྲོ་བ་ལས་སྐྱའི་རྒྱབས་བྱུང་། དཔེ་རིས་ ལ ་ རྒྱ་རྒྱབས་ཀྱི་རྒྱབས་ཐག་ཉི་ལུ་གྱུ་རྒྱུད་ཀྱི་བཅོར་གཞོན་ཀྱི་རྒྱུད་ཐག་དང་དེ་དང་མཚུངས་པར་ལུ་གྱུ་རྒྱུད་ཀྱི་ལྷུག་འགྲུང་ཀྱི་རྒྱུད་ཐག་ལ་གོ་ རྒྱབས་རྣམས་འགྲུལ་སྐྱོད་བྱེད་པའི་རྒྱབས་རྒྱུད་གི་འདུས་རྒྱལ་ཆ་ཆང་ཆ་མཉམ་གོ་སའི་ཐོག་པར་ཚུར་གལོ་བར་བྱེད།

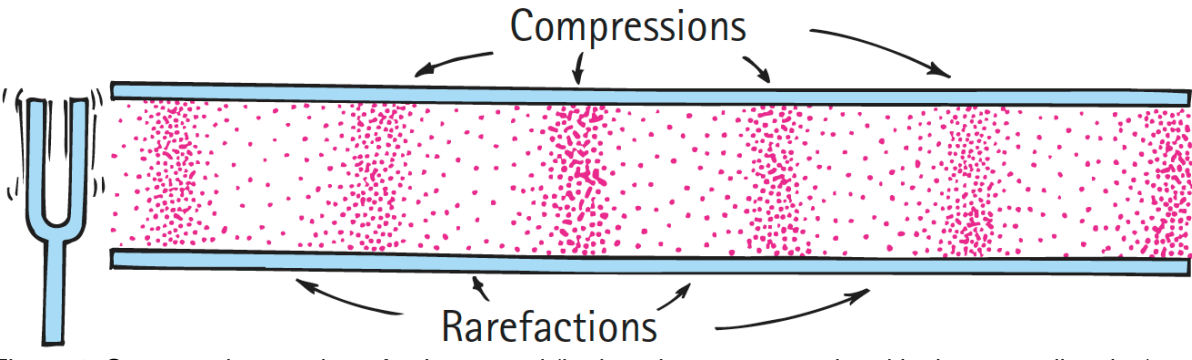


Figure 4: Compressions and rarefactions travel (both at the same speed and in the same direction) from the tuning fork through the air in the tube.

དཔེ་རིས་ ༧ ་། བཅོམ་གཞིན་དང་ལྷན་འབྲེལ་ལྷན་འབྲེལ་(མགྲོགས་ཚད་གཅིག་པ་དང་ཁ་ཕྱོགས་གཅིག་པའི་ཐོག་)སྐྱེ་ཚེ་ནས་སྐྱེ་གྱུའི་ནང་གི་རྒྱུ་བརྒྱུད་དེ་བསྐྱོད་པར་བྱེད།

**Key Conclusion:**

Sound requires a medium. It can't travel in a vacuum because then there's nothing to compress and stretch.

**བསྐྱེད་ཐབས་སྤྱོད་པོ།**

སྐྱེ་ལྷན་འབྲེལ་བསྐྱོད་བྱ་བར་བརྒྱུད་ལམ་དགོས། ལྷོད་སངས་སུ་སྐྱེ་ལྷན་འབྲེལ་བསྐྱོད་བྱེད་མི་ཐུབ། གང་ཡིན་ཟེར་ན་ལྷོད་སངས་སུ་བཅོམ་གཞིན་དང་རྒྱ་སྐྱེད་བྱེད་མཁན་གང་ཡང་མེད་པས་རེད།

**Speed of Sound**

If, from a distance, we watch a person chopping wood or hammering, we can easily see that the blow occurs a noticeable time before its sound reaches our ears. We often hear thunder seconds after we see a flash of lightning. These common experiences show that sound requires time to travel from one place to another. The speed of sound depends on wind conditions, temperature, and humidity. It does not depend on the loudness or the frequency of the sound; all sounds travel at the same speed in a given medium. The speed of sound in dry air at 0°C is about 330 meters per second, which is nearly 1200 kilometre per hour. In water, sound speed is about four times its speed in air; in steel, it's about 15 times its speed in air.

**སྐྱེ་ལི་མགྲོགས་ཚད།**

གལ་ཏེ་ང་ཚོས་ཐག་རིང་དུ་འཁོད་པའི་མི་ཞིག་གིས་ཤིང་གཏུབ་བཞིན་པར་བལྟ་བཤམ། ལྷན་འབྲེལ་ལ་ཐོ་བས་རྒྱུང་བཞིན་པར་བལྟ་ན། ང་ཚོའི་ན་བར་དེག་སྐྱེ་མ་འགྲོར་སྔོན་རྒྱུད་ནས་དེག་པའི་བྱ་བ་ལྷན་འབྲེལ་བ་ང་ཚོས་བདེ་སྐྱབས་ངང་ཤེས་ཐུབ། དེ་བཞིན་དུ་ང་ཚོས་ནམ་མཁའི་སྒོག་མཐོང་པའི་རྗེས་སུ་འབྲུག་སྐྱེ་ལམ་ནམ་མཁའི་སྐྱེ་ཐོས་ཀྱི་ཡོད། རྒྱུན་ལྡན་གྱི་ལྷོད་བ་འདི་རྣམས་ཀྱིས་གཞི་གཅིག་ནས་གཞན་དུ་སྐྱེ་བསྐྱོད་པ་ན་ངོས་བཟུང་ཐུབ་པའི་ཡུན་ཚད་ཅིག་འགོར་གྱི་ཡོད་པ་བལྟ་ན་གྱི་ཡོད། སྐྱེ་མགྲོགས་ཚད་དེ་རྒྱུང་གི་གནས་སྤངས་དང་། རྫོང་ཚད། བཞའ་ཚན་བཅས་ལ་རག་ལུས་ཀྱི་ཡོད། དེ་ཉིད་སྐྱེ་མོ་ལྷན་འབྲེལ་དང་སྐྱོད་ལ་རག་ལུས་ཀྱི་མེད་ཅིང་། བརྒྱུད་ལམ་གཅིག་ཏུ་བསྐྱོད་པའི་སྐྱེ་ཐོས་ཅད་མགྲོགས་ཚད་གཅིག་པའི་ཐོག་ནས་བསྐྱོད་པ་རེད། རྒྱུ་སྐྱེ་མོ་རྫོང་ཚད་རྟེན་ལ་ ༠ ལ་སོན་པའི་ནང་སྐྱེ་ལི་མགྲོགས་ཚད་ནི་སྐྱེ་ཚེ་ལ་མི་ཉར་ ༣༣༠ རྗེ་རྒྱ་ཚོད་རེ་ལ་གི་ལོ་མི་ཉར་ ༡༢༠༠ ཅམ་ཡིན། རྒྱུ་ལྷན་སྐྱེ་མགྲོགས་ཚད་དེ་རྒྱུང་ལས་ལྷན་འབྲེལ་བཞིན་མཐོ་བ་དང་དེ་བཞིན་དུངས་ལྷན་འབྲེལ་གྱི་ནང་མགྲོགས་ཚད་དེ་རྒྱུང་ལས་ལྷན་འབྲེལ་ལིས་མཐོ་བ་ཡོད།





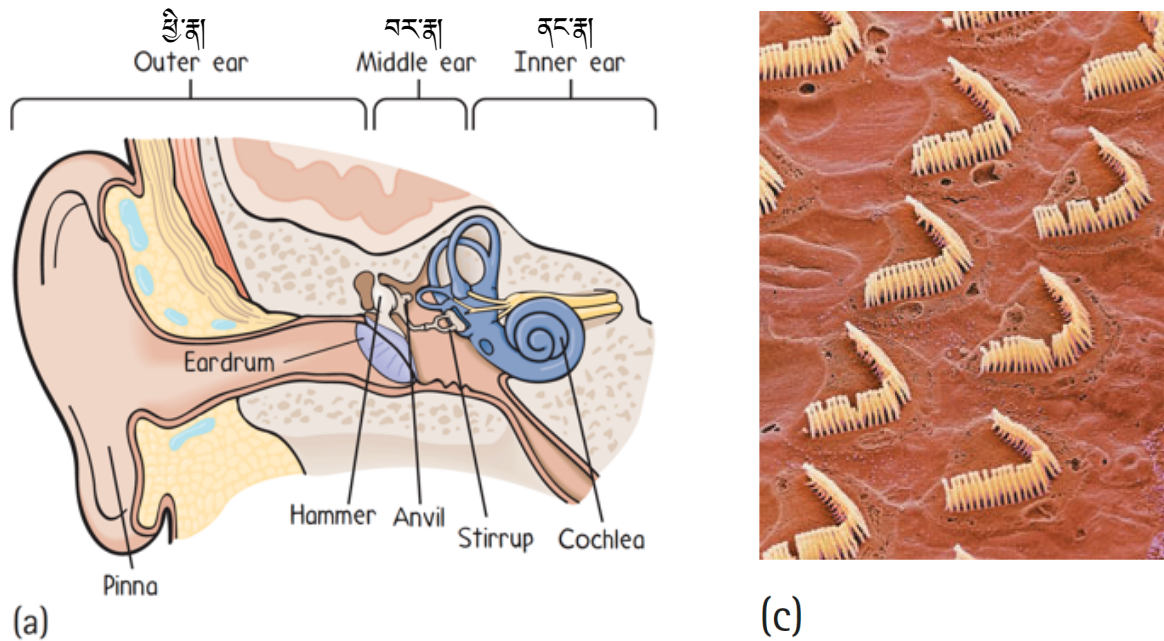


Figure 5: (a) The ear includes the structures of the outer ear, middle ear, and inner ear. (c) This photo shows the “hairs” (yellow) in the organ of Corti.

དཔེ་རིས་ ༥ ། a. རྩ་བར་ཕྱི་རྩ་ བར་རྩ་ རྩ་བར་ཆ་ཤུགས་གསུམ་ཡོད། c. བར་རིས་འདིས་ཁོར་ཉེ་དབང་པོའི་ནང་གི་ “བ་སྒྲུ།” ལྟོན།

To locate the source of a sound the brain detects the time difference of the arriving sound signal in the two ears. One signal has maybe a longer distance to travel to the ear than the other. If both have the same distance to travel (time difference is zero) you look in the direction of the sound source.

སྒྲུ་ཡི་འབྲུང་ཁུངས་འཚོལ་བར་ཤུགས་ལྡན་པའི་རྩ་བ་གཉིས་ཀྱི་ནང་སྒྲུ་བར་བཞུགས་སྐབས་དུས་ཚོད་ཀྱི་ཁྱད་པར་ཅན་གཙོད་བྱེད་ཀྱི་ཡོད། བར་གཉིས་ལ་རྩ་བར་འབྲོར་བར་གཞན་ལས་རྒྱང་ཐག་རིང་བ་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱ་དགོས་སྲིད། གལ་ཏེ་བར་གཉིས་པོར་འགྲུལ་བསྐྱོད་བྱེད་པའི་རྒྱང་ཚད་གཅིག་མཚུངས་ཡིན་ཚེ་། རྩ་བ་ཀྱི་ཁྱད་པར་ཤུགས་ཀོར་ཡིན་ན་། རྩེད་ཀྱི་སྒྲུའི་འབྲུང་ཁུངས་ཀྱི་ཕྱོགས་སུ་བལྟ་བཞིན་ཡོད།

**Hearing and Physical Properties of Sound**

Looking at sound waves you can observe that loudness correlates to the amplitude and pitch to frequency respectively wavelength. The human ear can only detect frequencies between 20 and 20'000 Hertz. Sound above is called Ultrasound and below Infrasound.

**ཐོས་ཚོར་དང་སྒྲུའི་དངོས་གཞུགས་ཀྱི་ཁྱད་ཚོས།**

སྒྲུ་རྒྱུ་བས་དག་ལ་ལྷ་ཞིབ་བྱས་པས་གོ་བྱུགས་ནི་འདར་དབངས་དང་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་བ་ཡོད། དེ་བཞིན་དབྱངས་ཉན་ཞུས་ཀྱི་རྒྱ་སྒྲུ་ཕྱོད་དང་དེ་བཞིན་རྒྱུ་བས་ཐག་ལ་ཕན་ཚུན་འབྲེལ་བ་ཡོད། མིའི་རྩ་བས་རྒྱ་སྒྲུ་ཕྱོད་ 20 རྩ་ས་ 20000 Hertz བར་གྱི་སྒྲུ་ཚམ་ཐོས་ཐུབ། རྒྱ་སྒྲུ་ཕྱོད་དེ་ལས་མཐོ་བ་ལ་ཐོས་བཞགས་ཀྱི་སྒྲུ་དང་དེ་ལས་དམའ་བ་ལ་དམའ་བཞགས་ཀྱི་སྒྲུ་ཟེད།