

Zvuk a jeho vlastnosti

Zvuk súvisí s našim zmyslom počutia. Súvisí s fyziológiou našich uší a s tým, ako náš mozog interpretuje vzruch prichádzajúci k našim ušiam – teda s neurológiou. Pojem zvuk tiež vyjadruje fyzikálny vzruch, ktorý vyvoláva v našich ušiach počutie. Týmto vzruchom je **pozdĺžne mechanické vlnenie prostredia**.

Keď rozprávame o zvuku, musíme mať na mysli zdroj zvuku, prostredie, v ktorom sa zvuk šíri a detektor zvuku. Zdrojom zvuku je kmitajúce teleso. Prostredím je zvyčajne vzduch, ale samozrejme zvuk sa šíri aj v iných prostrediach. Zvuk na svoje šírenie potrebuje prostredie a napríklad rinčiaci zvonček umiestnený v nádobe, z ktorej sme vyčerpali vzduch, nepočuť. Detektorom je zvyčajne naše ucho, alebo mikrofón.

Hlasitosť a výška zvuku

Poslucháč si uvedomuje najmä dva aspekty zvuku, a to **hlasitosť** a **výšku**.

Oba tieto aspekty odpovedajú pocitom vo vedomí poslucháča a zároveň odpovedajú merateľným fyzikálnym veličinám.

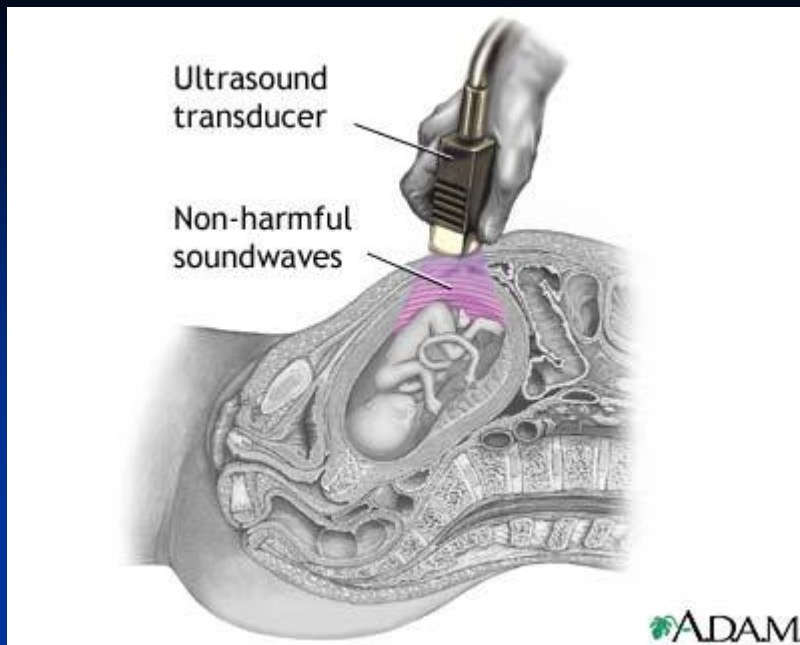
Hlasitosť odpovedá energii prenášanej zvukom. Na tomto mieste sa jej nebudeme venovať.

Výška zvuku nám určuje, či je zvuk vysoký, ako napríklad zvuk violy, alebo nízky, ako napríklad zvuk basy. Fyzikálnou veličinou odpovedajúcou výške zvuku je **frekvencia zvuku**. Nižšej frekvencii odpovedá nižšia výška zvuku. Človek počuje pozdĺžne mechanické vlnenie, ak má dostatočnú amplitúdu a ak má frekvenciu z intervalu od 20 Hz do 20 kHz. U starších ľudí klesá horná hranica frekvencie až ku 10 kHz.

Zvuk je iba veľmi zriedkavo čistým harmonickým vlnením. Zvyčajne je zvuk veľmi komplikovaným vlnením. Podobne, ako sme skladali dve vlnenia, možno každé periodické vlnenie rozložiť na harmonické vlnenia. Pri rozkladaní dostaneme viac harmonických vlnení s rôznymi frekvenciami.

Výšku tónu určuje v tomto prípade najnižšia frekvencia, ktorú nazývame aj základná frekvencia.

Pozdĺžne mechanické vlnenia s frekvenciami nad 20 kHz nazývame **ultrazvuk**. Niektoré zvieratá ultrazvuk počujú, napríklad psy počujú až do 50 kHz, netopiere až do 100 kHz. Ultrazvuk má široké využitie. Môžeme sa s ním stretnúť v medicíne, napríklad pri pozorovaní ešte nenarodených detí, v klenotníctve, kde ho používajú na čistenie šperkov. Používa sa aj v niektorých fotoaparátoch na automatické zaostrovanie.



The transducer emits inaudible sound waves, which fan out as they travel through your abdomen. When they hit dense structures like the fetus and the wall of your uterus, the sound waves bounce back to the transducer and are translated into a visual image by the computer.

What is Ultrasound?

Ultrasound image of a growing fetus (approximately 12 weeks old) inside a mother's uterus. This is a side view of the baby, showing (right to left) the head, neck, torso and legs.

In ultrasound, the following events happen:

The ultrasound machine transmits high-frequency (1 to 5 megahertz) sound pulses into your body using a probe.

The sound waves travel into your body and hit a boundary between tissues (e.g. between fluid and soft tissue, soft tissue and bone).

Some of the sound waves get reflected back to the probe, while some travel on further until they reach another boundary and get reflected.

The reflected waves are picked up by the probe and relayed to the machine.

The machine calculates the distance from the probe to the tissue or organ (boundaries) using the speed of sound in tissue (5,005 ft/s or 1,540 m/s) and the time of the each echo's return (usually on the order of millionths of a second).

The machine displays the distances and intensities of the echoes on the screen, forming a two dimensional image like the one shown below.

In a typical ultrasound, millions of pulses and echoes are sent and received each second. The probe can be moved along the surface of the body and angled to obtain various views.

NICE NANCY
REX OB/GYN
Map4

1032005 08/08/00 15:32:58
GA(LMP)=12W2D MT26.5

GE

CN64
8cm
DR60
G60



CRL 6.56cm	12W6D±4D	02/14/01
CRL 6.56cm	12W6D±4D	02/14/01
xCRL 6.85cm	13W1D±4D	02/12/01

Different Types of Ultrasound

Photo courtesy Philips Research

3-D ultrasound images -The ultrasound that we ha-ve described so far presents a two-dimensional image, or "slice," of a three-dimensional object (fetus, organ). Two other types of ultras-ound are currently in use, 3-D ultrasound imaging and Doppler ultrasound.

In the past several years, ultrasound machines capable of three-dimensional imaging have been developed. In these machines, several two-dimensional images are acquired by moving the probes across the body surface or rotating inserted probes. The two-dimensional scans are then combined by specialized computer software to form 3-D images.



3-D imaging allows you to get a better look at the organ being examined and is best used for:

Early detection of cancerous and benign tumors

examining the prostate gland for early detection of tumors

looking for masses in the colon and rectum

detecting breast lesions for possible biopsies

Visualizing a fetus to assess its development, especially for observing abnormal development of the face and limbs

Visualizing blood flow in various organs or a fetus

-Doppler ultrasound is based upon the Doppler Effect. When the object reflecting the ultrasound waves is moving, it changes the frequency of the echoes, creating a higher frequency if it is moving toward the probe and a lower frequency if it is moving away from the probe. How much the frequency is changed depends upon how fast the object is moving. Doppler ultrasound measures the change in frequency of the echoes to calculate how fast an object is moving. Doppler ultrasound has been used mostly to measure the rate of blood flow through the heart and major arteries.

Pozdĺžne mechanické vlnenia s frekvenciami nižšími ako 20Hz sa nazývajú **infrazvuk**. Zdrojmi sú napríklad kmitajúce časti niektorých strojov. Napriek tomu, že ich nepočujeme, môžu byť nebezpečné, najmä ak rezonujú s niektorou časťou nášho tela.

Rýchlosť zvuku

Vo všeobecnosti možno povedať, že rýchlosť zvuku závisí od pružnosti a hustoty prostredia.

Rýchlosť zvuku vo vzduchu pri normálnom tlaku a pri teplote 0°C je $331 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. So stúpajúcou teplotou rýchlosť zvuku vo vzduchu stúpa, približne podľa rovnice $v = 331 + 0,61t$, kde t je teplota v $^{\circ}\text{C}$.

Príklad

Trubica organu vydáva zvuk s frekvenciou 224 Hz pri teplote 22 °C. Aká bude frekvencia zvuku tejto trubice pri teplote 15°C ak predpokladáme, že dĺžka trubice sa nezmenila?

Riešenie

Vlnová dĺžka vlnenia závisí iba od dĺžky trubice, a teda sa nezmení.

Ak použijeme vzťah

$$\lambda = v/f, \text{ dostaneme } v_1/f_1 = v_2/f_2$$

$$\text{a z toho } f_2 = 224 (331 + 0.61 \times 15) / (331 + 0.61 \times 22) = 221 \text{ Hz}$$

V kvapalných a pevných látkach sú väzby medzi atómami silnejšie, a preto je rýchlosť zvuku v týchto látkach oveľa väčšia. Napríklad rýchlosť

zvuku vo vode je približne 1 500 ms⁻¹ a

v oceli približne 5000 ms⁻¹.

Témy na referát:

1. Princíp fungovania ultrazvuku.
2. Čo je to farby zvuku?
3. Vysvetlite pojem polyfónia.
4. Vysvetlite princíp fungovania sonaru.