

3. ZVUKOVÉ JEVY

3.1. ZDROJE ZVUKU

Jestliže tenký ocelový proužek upevníme na jednom konci a na druhém vychýlíme a pustíme, rozkmitá se a my uslyšíme zvuk. Obdobně se chová rozkmitaná ladička, struna, bubínek a další

Tedy:

Zdrojem zvuku je libovolné kmitající nebo chvějící se pružné těleso.

Za určitých okolností můžeme zvuk slyšet. Abychom jej slyšeli, musí existovat:

- zdroj zvuku
- prostředí, kterým se zvuk šíří
- přijímač zvuku (např. zdravé uši)

rozdělení zvuku:

- jestliže zvuk vzniká nepravidelným chvěním tělesa, vnímáme jej jako hluk ... vrzání, šramot, šustění, hukot, praskot, ...
- jestliže zvuk vzniká pravidelným chvěním tělesa, vnímáme jej jako tón – je to jednoduchý zvuk charakterizovaný svou výškou, která souvisí s frekvencí (kmitočtem). Přitom čím vyšší je frekvence, tím vyšší slyšíme tón. Zdrojem tónů mohou být ladičky, hudební nástroje, ...

Pozn. Frekvence ... f ... 1 Hz ... počet kmitů za 1 sekundu
a = 440 Hz

Zvuk se ze zdroje šíří všemi směry formou zhušťování a zředování molekul vzduchu, tvoří tedy vzduchové vlny.

3.2. PROSTŘEDÍ, KTERÝM SE ZVUK ŠÍŘÍ, RYCHLOST ZVUKU

Prostředí, kterým se zvuk šíří k našemu uchu je většinou vzduch. Ale i jiné látky mohou vést zvuk, např. pod vodou slyšíme nárazy vln dna pobřeží. Vlak slyšíme přijíždět dříve než jej vidíme, protože zvuk vedou i koleje.

Tedy:

Zvuk se šíří pružnými látkami pevnými (kovy), kapalnými (voda) a plynnými (vzduch). Nemůže se šířit vakuem, vždy k tomu potřebuje látkové prostředí (částice či molekuly).

Při bouřce můžeme pozorovat blesk i několik sekund dříve než hrom. Zvuk se tedy pohybuje určitou rychlostí, která je menší než rychlost světla.

Přitom měřením bylo zjištěno, že rychlost zvuku závisí na:

- prostředí, kterým se zvuk šíří
- teplotě prostředí ... s rostoucí teplotou roste i rychlost zvuku

Tedy:

Při teplotě 0°C je rychlost zvuku ve vzduchu asi 332 m/s.

Při teplotě 20°C je rychlost zvuku ve vzduchu asi 340 m/s, ve vodě asi 1460 m/s a v oceli asi 5000 m/s.

3.3. PŘIJÍMAČE ZVUKU, UCHO

Přijímačem zvuku může být anténa, satelit, v našem případě zdravé uši. Zvukový rozruch zachycuje boltec a vede jej zvukovodem k bubínku. K němu přiléhají malé kůstky – kladívko, kovádlíka a třmínek. Ty jej přenáší do kostěného hlemýžďe vyplněného kapalinou s velmi citlivými nervy. Jejich podráždění se přenáší do mozkového centra, kde se to projeví jako sluchový vjem.

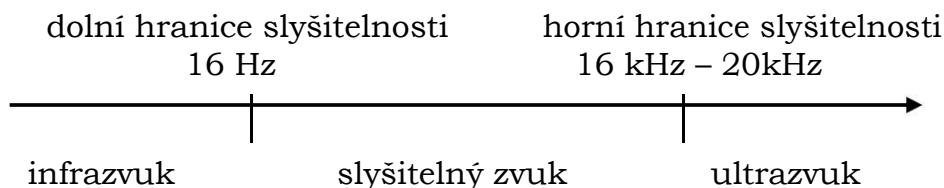
Ucho:

- ☐ ucho reaguje na tlak vykonávaný molekulami vzduchu
- ☐ slouží k rozlišování zvukových vln
- ☐ člověk slyší 16 - 20 000 kmitů (16 Hz - 20 kHz) za sekundu; frekvenci vnímáme jako výšku zvuku
- ☐ horní hranice slyšitelnosti se s věkem snižuje

dělí se anatomicky i funkčně na tři části

- vnější ... boltec, zvukovod, bubínek odděluje vnější a střední ucho
 - ☐ pracuje jako přijímač
- střední ... kladívko, kovádlíka, třmínek
- vnitřní ... kostěný hlemýžď

Lidské ucho vnímá zvuky jen určitém rozmezí frekvence. Je to hodně individuální a v průběhu let se taky mění. V průměru je to následovně:



Infrazvuk

Vzniká například při práci těžkých stavebních strojů nebo při zemětřesení, šíří se půdou či zdivem i do větších vzdáleností. Může též vzniknout chvěním těles při rezonanci. Setkat se s ním můžeme také při nárazu silného větru na budovy. Nevnímáme ho sluchem, ale frekvence kolem 5-7 Hz jsou nám nepříjemné. Mohou způsobit bolesti hlavy, náhlé změny hodnot krevního tlaku či vyvolat panickou hrůzu. Působí negativně na podvědomí a na psychiku.

Použití jako akustické zbraně, které způsobují vyřazení lidí z jakékoliv činnosti, jejich dezorientaci, nevolnost, zvracení a křeče vnitřních orgánů, může být též využit k destrukci konstrukcí, např. i k demolici zdiva.

Ultrazvuk

Pro člověka je neslyšitelný, ale pes slyší do 35 kHz, kočka do 50 kHz, netopýr do 98 kHz.

Použití ultrazvuku v lékařství:

- ☐ k odstraňování zubního kamene a kazů.
- ☐ rozpad červených krvinek, koagulace bílkovin, rozrušení buněčného jádra
- ☐ tišení bolesti
- ☐ běžné léčebné postupy v rehabilitačním lékařství

Další použití – zjišťování kazů v materiálu, získávání směsí kapalin, ...

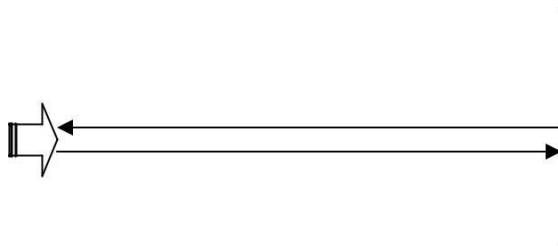
3.4. ODRAZ ZVUKU, DOZVUK

Setká-li se zvuk šířící se vzduchem s překážkou, částečně jej překážka pohltí a částečně se od ní zvuk odrazí. (pokusy se zvukem ve skleněné nádobě nad kterou je odrazová deska – zrcadlo nejlépe)

Také ozvěna je způsobena odrazem zvuku od pevné překážky. Naše ucho vnímá dva zvukové signály, které po sobě následují, odděleně, jestliže je mezi nimi časová prodleva alespoň 0,1 s.

Tedy abychom slyšeli ozvěnu, musíme být od překážky aspoň tak daleko, aby se zvuk rozšířil tam a zpátky minimálně za 0,1 s.

$$\begin{aligned}v &= 340 \text{ m/s} \\t &= 0,1 \text{ s} \\s &= ? \text{ (m)} \\s &= v \cdot t \\s &= 340 \cdot 0,1 \\s &= 34 \text{ m}\end{aligned}$$



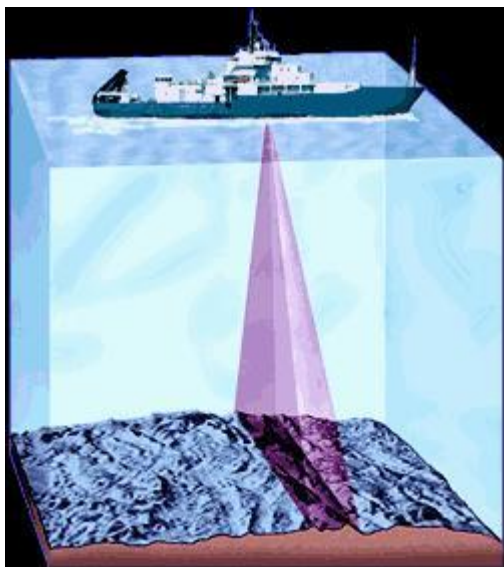
Zvuk se za 0,1 s dostane do vzdálenosti 34 m, což je dráha tam a zpátky.

Tedy:

Abychom slyšeli ozvěnu, musí být překážka od které se zvuk odráží ve vzdálenosti aspoň 17 m, aby lidské ucho rozlišilo dva zvukové signály odděleně.

Při menší vzdálenosti vnímáme odražený zvuk jen jako prodloužení původního zvuku, slyšíme tzv. dozvuk

Pozn. v uzavřených místnostech se zvuk rychle odráží a proto dodává hlasu na plnosti a zlepšuje poslech.

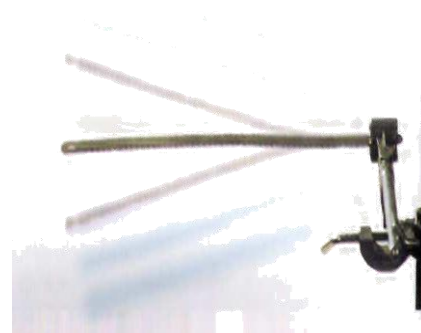


Použití odrazu zvuku: sonary

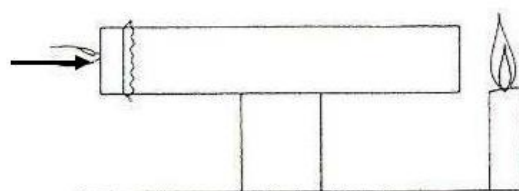
Zvuk, zdroje a druhy zvuku

1. Co je to akustika?

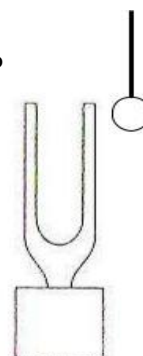
2. Co je to zdroj zvuku? Jak dělíme zvuky podle způsobu kmitání zdroje?



3. Co se stane s plamenem svíčky, jestliže do pružné blány natažené na trubce klepneš prstem?



4. Co se stane s míčkem, který je zavěšený na niti, jestliže jej přiblížíme ke hrající ladičce? Proč?



5. Co je to frekvence neboli kmitočety? Jak s frekvencí souvisí výška tónu?

6. Zpívající skleničky – na kterém z obrázků uslyšíme nejvyšší a na kterém nejnižší tón? Proč?



7. Jak dělíme zvuky podle frekvence?

8. **Ultrazvuk** - sluchem ho nevnímáme, je slyšitelný ale pro řadu živočichů, např.:

9. Vysvětli, jak se ultrazvuk využívá při:

- echolokaci
- lékařství
- defektoskopii
- sterilizace
- čištění bazénů, brýlí, mincí

Kde ještě se můžeme s ultrazvukem setkat?

10. **Infrazvuk** - používají ho k dorozumívání některá zvířata, např.:

11. Pro lidi je infrazvuk neslyšitelný, avšak při frekvenci blízké tlukotu srdce je nebezpečný. Jak? Co může způsobit?

12. Vysvětli, jak se infrazvuk používá:

- ve vojenství
- u seismografů

13. Co je zdrojem infrazvuku?

Rychlost zvuku, odraz zvuku

Prostředí, kterým se zvuk šíří k našemu uchu je většinou vzduch. Ale i jiné látky mohou vést zvuk, např. pod vodou slyšíme nárazy vln dna pobřeží. Vlak slyšíme přijíždět dříve než jej vidíme, protože zvuk vedou i koleje.

Přitom měřením bylo zjištěno, že **rychlost zvuku závisí na:**

-
-

Rychlost šíření zvuku je tedy v různých prostředích různá.

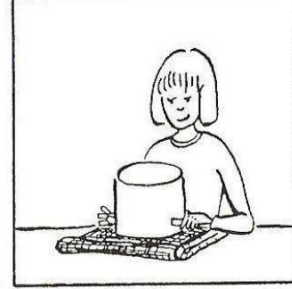
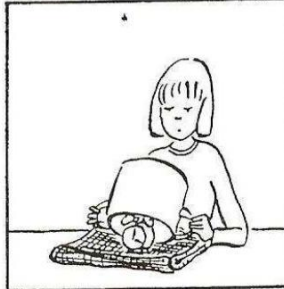
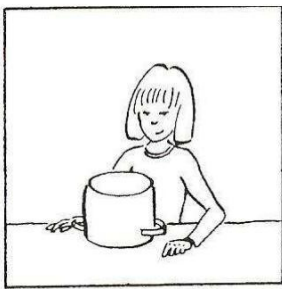
vzduch ($t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) m/s

voda m/s

vzduch ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) m/s

ocel m/s

1. Proč vidíme blesk dříve než slyšíme hrom?
2. V jaké vzdálenosti uhodil blesk, když jsme zaslechli hrom 3 sekundy po záblesku? (blesk a hrom vznikají současně)
3. Jakou rychlostí se musí pohybovat letadlo, aby se pohybovalo rychlostí zvuku? Vyjádři v km/h. Vyhledej na internetu, kdy se poprvé podařilo letadlu překonat rychlost zvuku a jakou rychlostí se pohybují současná nejrychlejší letadla.
4. Ve které situaci uslyšíme zvonění budíku nejlépe a ve které situaci nejhůře? Vysvětli svou odpověď.



Hladina intenzity zvuku - je to veličina, která slouží k porovnávání hlasitosti zvuku, její jednotkou je bel, používá se však většinou větší jednotka dB (decibel).

- počátkem stupnice je 0 dB ... **práh slyšitelnosti**
 - zvuky silnější než 90 dB mohou trvale poškodit sluch
 - **práh bolesti** je asi 130 dB
5. Vyhledej na internetu hladiny intenzity zvuku např. u startujícího letadla, sbíječky, tikotu hodin, motorového vozidla či jedoucího vlaku, kohoutího zakokrhání, kvákání žáby, šum listí, ...

OZVĚNA je způsobena odrazem zvuku na pevné překážce.

Lidské ucho dokáže rozlišit dva zvuky jdoucí **0,1s po sobě**, tedy aby vznikla ozvěna, musíme být od překážky tak daleko, aby se zvuk rozšířil tam a zpátky minimálně za 0,1s.

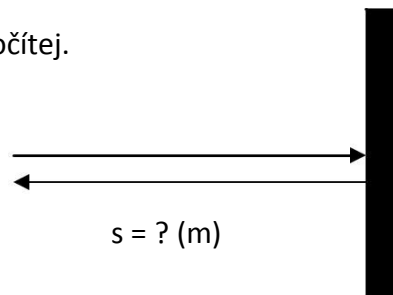
Jestliže není splněna tato podmínka, dojde k **DOZVUKU** - zkreslení původního zvuku, a to tak, že se jakoby protáhne poslední slabika.

6. Jaká musí být vzdálenost překážky, aby vznikla ozvěna? Dopočítej.

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$t = 0,1 \text{ s}$$

$$s = ? \text{ (m)}$$



7. Za jak dlouho uslyšíte výstřel, bude-li střelec stát od Vás 1700m daleko?

8. Jak daleko je stěna, od které přijde ozvěna za tři sekundy po vyslovení jedné hlásky?

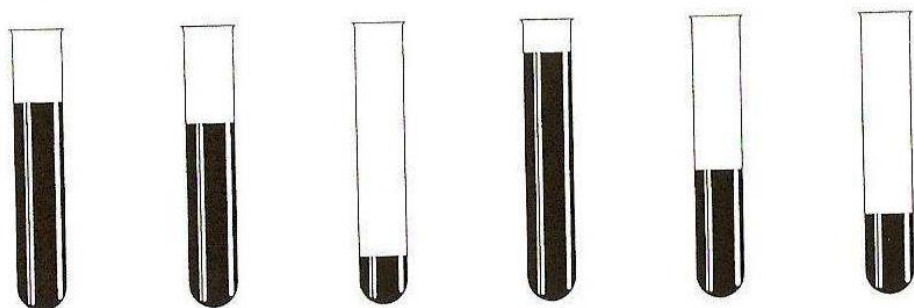
Sonar – je zařízení, které se využívá při navigaci, předpovědi počasí, sledování letadel a lodí. Princip je založený na odraze zvukových vln od objektu, který sledujeme. Může se použít i na určení hloubky vody.

9. Jaká je hloubka moře pod ponorkou, jestliže se zvuk z ní vyslaný (vzduchem!!!) vrátil za 2s?



10. Komár vydává za letu vyšší tón než čmelák. Který z nich mávne víckrát křídly za jednu sekundu?

11. Ze které zkumavky uslyšíme vyšší tón, jestliže do ní foukneme? Seřad' je podle výšky tónu. Zdůvodni. Můžeš si to ověřit s jakoukoliv lahví (dej si do ní trochu vody a foukni dovnitř, jak do ní dopust' trochu vody a opět do ní foukni, měl by být slyšet rozdíl)



12. Mohli by se kosmonauti na Měsíci dorozumívat přenosnou vysílačkou? Zdůvodni svou odpověď.

Odpověz:

1. Co je zdrojem zvuku?
2. Jak podle kmitání zdroje dělíme zvuky? Uveď i příklady.
3. Co je to frekvence a jak souvisí se zvukem?
4. Jak dělíme zvuky podle frekvence?
5. Jaká je rychlost zvuku?
6. Kterým prostředím se zvuk šíří a kterým se nešíří?
7. Co víš o ultrazvuku a infrazvuku a kde se používá v praxi?
8. Kdy vznikne ozvěna a kdy dozvuk? Kde se ozvěna využívá v praxi?



Otázky a úkoly:

1. Co je to frekvence?
 - a. počet kmitů za 1 sekundu
 - b. doba 1 kmitu
 - c. hlasitost
2. Jak se říká zvuku nižšímu 20 Hz?
 - a. ultrazvuk
 - b. makrozvuk
 - c. infrazvuk
3. Který zvuk používá SONAR?
 - a. ultrazvuk
 - b. makrozvuk
 - c. infrazvuk
4. Jak se nazývá vlnění, při kterém se částice pravidelně zhušťují a zředňují?
 - a. podélné
 - b. svislé
 - c. příčné
5. V jakých jednotkách měříme hlasitost?
 - a. sekundy
 - b. hertzy
 - c. decibely
6. Jak se nazývá nevídaný zvuk?
 - a. pazvuk
 - b. hluk
 - c. křik
7. Jak se dorozumívají delfíni?
 - a. ultrazvukem
 - b. makrozvukem
 - c. infrazvukem
8. Co se označuje písmenem T?
 - a. frekvence
 - b. perioda zvuku
 - c. hlasitost
9. Při bouřce zahřmělo za 12 sekund poté, co jsme spatřili blesk. Jak daleko udeřil blesk?
 - a. 12 km
 - b. 150 km
 - c. 400 km
 - d. 4 km
10. Jakým prostředím se nešíří zvuk?
 - a. vzduchem
 - b. vodou
 - c. vakuem
 - d. železem
11. Jaká je přibližná rychlost šíření zvuku ve vzduchu?
 - a. 30000 km/s
 - b. 5000 m/s
 - c. 1500 km/h
 - d. 340 m/s