

**Otázka:** Akustika

**Předmět:** Fyzika

**Přidal(a):** Michaela H

Akustika je obor zabývající se fyzikálními ději, které jsou spojeny se **vznikem** zvukového vlnění, jeho **šířením** a vnímáním zvuku **sluchem**.

Zvukem nazýváme každé **mechanické vlnění** v **látkovém prostředí**, které je schopno **vyvolat** v lidském uchu **sluchový vjem**.

## Obory akustiky

- **Fyzikální akustika** – studuje způsob vzniku a šíření zvuku. Dále se zabývá jeho odrazem a pohlcováním v různých materiálech.
- **Hudební akustika** – zkoumá zvuky a jejich kombinace se zřetelem na potřeby hudby.
- **Fyziologická akustika** – se zabývá vznikem zvuku v hlasovém orgánu člověka a jeho vnímáním v uchu.
- **Stavební akustika** – zkoumá dobré a nerušené podmínky poslouchatelnosti hudby a řeči v obytných místnostech a sálech.
- **Elektroakustika** – se zabývá záznamem, reprodukcí a šířením zvuku s využitím elektrického proudu.

## Zdroje zvuku

- Jako **zvuk** označujeme mechanické vlnění, které vnímáme sluchem
- Zdrojem je **chvění pružných těles**, to se přenáší do okolního prostředí a vzbuzuje v něm zvukové vlnění
- **Frekvence slyšitelného zvuku** leží přibližně v intervalu **16 Hz až 16 kHz**
  - $f < 16 \text{ Hz}$  - infrazvuk
  - $f > 16 \text{ kHz}$  - ultrazvuk
- **Periodické zvuky** se nazývají **hudební zvuky** nebo **tóny**, jestliže má zvuk **harmonický** průběh, je to **jednoduchý tón**
- **Periodické zvuky složitějšího** průběhu označujeme jako **složené tóny**
- Mezi **hudební zvuky** řadíme nejen zvuky **hudebních nástrojů**, ale i např. **samohlásky**
- Zvuk **samohlásek** je sice **periodický**, ale **ne harmonický**
- **Neperiodické zvuky** vnímáme jako **hluk** - praskot, výbuch, bušení
- Neperiodický průběh mají i **souhlásky**
- Zvláštním případem je **šum** - vzniká **nahodilými neperiodickými** změnami **tlaku** v prostředí, kterým se šíří zvuk.
- Charakteristický je **šum** v lese, jeho příčinou je **pohyb listů** stromů a jejich tření

## Základní pojmy akustiky

- děj přenosu informací si můžeme představit jako přenosovou soustavu:
  - **zdroj zvuku**
  - **prostředí, kterým se zvuk šíří**
  - **přijímač zvuku, kterým je v nejjednodušším případě lidské ucho**
- Zdroj zvukového vlnění se stručně nazývá **zdroj zvuku** a **hmotné prostředí**, v kterém se toto vlnění šíří, jeho **vodič**. Vodič zvuku, obvykle vzduch, zprostředkuje spojení mezi **zdrojem zvuku** a jeho **přijímačem (detektorem)**, kterým bývá v praxi

**ucho** nebo **mikrofon**

## Rychlost zvuku

- Ze zdroje se zvuk šíří jen pružným **látkovým prostředím** libovolného skupenství. Nejčastěji je to **vzduch**, v němž se zvuk šíří jako **podélné postupné vlnění**. Nejdůležitější charakteristikou prostředí z hlediska šíření zvuku je **rychlost zvuku** v daném prostředí. Rychlost zvuku ve vzduchu závisí na **složení vzduchu** (nečistoty, vlhkost), ale nejvíce na jeho **teplotě**. Ve vzduchu o **teplotě t** v Celsiových stupních má zvuk rychlost:
  - $v_t = 331,82 + 0,61 * t$  [m.s<sup>-1</sup>]
- Rychlost zvuku **není** ovlivněna **tlakem vzduchu** a je stejná pro zvuková vlnění všech **frekvencí**. V kapalinách a pevných látkách je rychlost zvuku větší než ve vzduchu (popř. jiných plynech).
  - vzduch (13,4°C) 340 m/s
  - voda (25°C) 1500 m/s
  - led 3200 m/s
  - sklo 5200 m/s
- Šíření zvuku je ovlivněno i překážkami, na které vlnění dopadá, projevuje se to **odrazem** či **ohybem zvukového vlnění**
- Zvláštním případem odrazu zvuku od rozlehlé překážky (skalní stěna, velká budova) je **ozvěna**
- Je to důsledkem vlastnosti zvuku, kdy dva po sobě jdoucí zvuky můžeme rozlišit pokud mezi nimi uběhne doba alespoň **0,1 s**, což je přibližně doba, kterou potřebujeme na **vyslovení jedné slabiky**, zvuk za tu dobu urazí přibližně **34 m** (17 m k překážce a 17 m zpět). Při vzdálenosti 17 m od překážky tedy vzniká **jednoslabičná ozvěna**.
- Jestliže je překážka **blíže než 17 m**, zvuky již neodlišíme, částečně se překrývají a odražený zvuk splývá se zvukem původním, to vnímáme jako prodloužení trvání zvuku, tzv. **dozvuk**.

# Vlastnosti zvuku

- Rozhodují o **kvalitě** sluchového vjemu
- Základní veličiny charakterizující zvuk:
  - **výška zvuku**
  - **barva zvuku**
  - **hlasitost**

## Hladina akustického tlaku

- $B = 2 * \log * (p/p)$
- **p** je **akustický tlak**, který srovnáváme se základní hodnotou  $p = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$  – nejnižší hodnota akustického tlaku působícího na ušní bubínek, při kterém je referenční tón ještě slyšitelný
- Jednotkou je **bel B**, v praxi se používá **decibel dB** (práh bolesti – 12 B)

## Výška zvuku

- Určena jeho **frekvencí**
- U jednoduchých tónů s harmonickým průběhem určuje frekvence **absolutní výšku tónu**
- Absolutní výšku tónu **lze měřit** přístroji pro měření zvukových frekvencí
- Sluchem se absolutní výška tónu měřit nelze, proto se pro hodnocení zvuků používá **relativní výška tónu**
- Relativní výška tónu je určena podílem frekvence daného tónu ku frekvenci tzv. **referenčního tónu**
- V **hudební** akustice je jím tón **f = 440 Hz** (hudební označení a<sup>1</sup>), v **technické** praxi se často využívá **f = 1 kHz**

## Barva zvuku

- Vlastnost určená počtem vyšších harmonických tónů obsažených ve složeném tónu a také jejich amplitudami
- Vzniká **superpozicí základních tónů**
- Barva zvuku umožňuje sluchem **rozlišit** dva složené tóny stejné výšky, které vydávají např. dva stejné nástroje

## Hlasitost zvuku

- Hlasitost zvuku je subjektivním hodnocením sluchového vjemu
- Ucho není citlivé na zvuky různých frekvencí stejně (nejcitlivější při frekvencích 700 Hz až 6 kHz)
- Jednotkou je **fon**, což je **hlasitost**, kterou člověk vnímá při poslouchání **referenčního tónu 1 kHz s hladinou tlaku 40 dB**.

# Charakteristiky tónu

- **absolutní výška tónu** - je u jednoduchých tónů určena frekvencí **f**, u složených tónů frekvencí **f<sub>z</sub>** základního tónu
- **relativní výška** - je poměr absolutní výšky daného tónu a frekvence tónu zvoleného jako základ (v hudební akustice 440 Hz - komorní A, v technické praxi 1000 Hz).
- **barva tónu** - je způsobena počtem, frekvencí a amplitudou vyšších harmonických tónů.

# Infrazvuk

- Označení pro **nízkofrekvenční zvuk** pod hladinou vnímání lidského sluchu ( $<16$  Hz).
- Typické zdroje v životním prostředí člověka poznamenaném technikou jsou všechny druhy strojů: auta, letadla, vlaky nebo výrobní stroje.
- V přírodě je vytvářen infrazvuk bouřkami, vodopády nebo také větrnými turbulencemi na budovách.
- Ohrožení zdraví vzniká však teprve při trvalé hladině zvukového tlaku nad 130 dB.

# Ultrazvuk

- Jako ultrazvuk označujeme jakýkoli zvuk s frekvencí vyšší než 16 000 Hz.
- Ultrazvuk se vytváří např. pomocí křemenné destičky napojené na proměnné elektrické napětí. Destička se v rytmu napětí smršťuje a roztahuje a tak kmitá. Tento jev se nazývá **piezoelektrický jev**. Krystaly křemene jsou však jako zdroj ultrazvuku drahé a málo výkonné; používá se jich obvykle v laboratořích. V technické praxi se osvědčily syntetické látky, například keramický titaničitan barnatý.

## Využití:

- Vzniká v **elektronických generátorech**
- široké využití v lékařské diagnostice, kde v některých případech nahrazuje škodlivé rentgenové záření → prohlídky těhotných žen
- **defektoskopie v průmyslu** – zachytí se dutina ve výrobku
- **vyvolává vibrace** → čištění čoček, šperků
- **v přírodě** – sluch a orientace delfínů a netopýrů

# Dopplerův jev

- Při relativním pohybu zdroje zvuku nebo pozorovatele vnímá pozorovatel zvuk jiné frekvence, než je frekvence zdroje.
- Dopplerův jev popisuje změnu frekvence a vlnové délky přijímaného oproti vysílanému signálu, způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí vysílače a přijímače.
- Mohou nastat **dva případy**:
  - zdroj je v klidu, pohybuje se přijímač
  - přijímač je v klidu, pohybuje se zdroj
- Zvláštní případ nastává, když se rychlost pohybu zdroje **přiblíží rychlosti zvuku** nebo ji **překročí**, pojem zvuková vlna tedy ztrácí smysl
- Rozložení vlnoploch vytvářených zvukem letadla, které mají nadzvukovou rychlost:
- Obalová plocha těchto vlnoploch tvoří tzv. **rázovou vlnu**, dochází zde k prudkému **stlačení vzduchu**
- Dochází k tomu např. u modernějších letadel, která se dokáží pohybovat až **nadzvukovou rychlostí**
- Nadzvuková rychlost letadel se obvykle vyjadřuje tzv. **Machovým číslem M**, určuje násobek **rychlosti zvuku**
- Rychlost zvuku **340 m/s = 1 M**
- První civilní nadzvukové dopravní letadlo **Concorde** dosahovalo, ve výšce 15 km, až rychlosti **2,2 M**