

iQ LANDIA

3. podlaží, Smysly


## ZVUK

**1.**

**OBŘÍ UCHO**

Co se dotýká bubínku ve skutečném uchu (místo tvé ruky)?

Obří ucho má z druhé strany buben. Polož na něj ruku. Když někdo do bubnu zakřičí, ucítíš v ruce chvění.



**A** Kůstka zvaná kladívko  
**B** Kůstka zvaná kovadlinka  
**C** Kůstka zvaná třmínek


(Nápovědu najdeš, když se pořádně rozhlídněš po místnosti.)

**2. XYLOFON**

Poblíž ucha najdeš XYLOFON. Jak funguje? Zakřičkuj, co se hodí:

kratší dřívko vydává vyšší tón,  
 delší dřívko vydává hlubší tón.

Na kovovém „xylofonu“ (metalofonu) vyzkoušej, jak zní víc tónů dohromady. Zakroužkuj souzvuky, které jsou ti příjemné:



dolní c – horní c      c – g      c – a  
 c – e      c – h      c – d  
 c – f

**3. TEST SLUCHOVÉ PAMĚTI**


netestuje jenom tvou sluchovou paměť. Na čem ještě záleží tvůj výsledek?

znalost hudebních nástrojů

**4. LOKALIZACE ZVUKU**

Zakroužkuj svůj výsledek:

1 2 3 4 5  
 6 7 8 9 10



Vlněním vzduchu se rozechvívá ušní bubínek a z něj se zvukový signál šíří středním uchem až ke sluchovým receptorům ve vnitřním uchu. Uvnitř středního ucha je přenášen trojicí dotýkajících se kůstek: kladívkem, kovadlinkou a třmínkem. (Mnemotechnická pomůcka: kladívko buší do kovadlinky.) Bubínku se tedy dotýká kůstka zvaná kladívko.

O výšce tónu vydávaného dřívkem rozhoduje frekvence, se kterou se dřívko chvěje, a ta je závislá na délce dřívka. Platí, že čím kratší dřívko je, tím vyšší je frekvence jeho chvění a tím vyšší tón se ozývá. Naopak delší dřívko se chvěje s nižší frekvencí a vydává nižší (hlubší) tón.

Když určujeme místo, odkud vychází zvuk, který naše uši zachycují, podstatnou roli při tom hraje fakt, že uši máme dvě a každé jinde. Když totiž nejsme ke zdroji zvuku čelem ani zády, tak je každé ucho od něj jinak daleko a jedno přisuzuje zvuku větší hlasitost než druhé. Jakmile ale toto nastane, tak nám instinkt poručí hlavu hned pootočit směrem ke zdroji zvuku – a tímto způsobem ho hned lokalizujeme.

V tomto testu sluchové paměti nemáme šanci uspět, pokud nedokážeme přiřadit zvuk určitého hudebního nástroje k jeho obrázku a názvu. Jednoduše řečeno, náš výsledek závisí i na naší znalosti hudebních nástrojů.

iQ LANDIA
ZVUK

### JAK SLYŠÍŠ? Líp, nebo hůř než zvířata?

V obrázku vidíš frekvenční rozsah sluchu různých zvířat. Také si změř, které frekvence ještě slyšíš a které už ne. Výsledek vyznač do obrázku.

**hluboké tóny**

12 Hz, 15 Hz, 20 Hz, 40 Hz, 100 Hz, 200 Hz

**vysoké tóny**

8 000 Hz, 12 000 Hz, 15 000 Hz, 23 000 Hz, 50 000 Hz, 212 000 Hz

**5.**

tučňáci, sloni, netopýři, žáby, psi, ptáci, já

Slyším i **HLUBŠÍ** tóny než ..... tučňáci, žáby, psi, ptáci

Slyším i **VYŠŠÍ** tóny než ..... tučňáci, sloni, žáby

---

**6. BAREVNÁ SVĚTLA NA PODLAZE**

Když na ně opatrně šlapete, ozývají se tóny. Seřadte tóny od nejhlubšího (1) po nejvyšší (5) a čísla pište přímo do barevných kroužků:

3. podlaží, Smysly

**8. VLNĚNÍ – BASA**

Rozechvěj všechny čtyři struny. Toč klikou černobílého válce a pozoruj chvění jednotlivých strun. Která z chvějících se strun na obrázku je tenčí a která tlustší?

tenčí: ...A.....  
tlustší: ...B.....

**7. KUNDTOVA TRUBICE**

Napište frekvence tónů, které v trubici vytvoří stojaté vlnění.

80 Hz, 170 Hz, 260 Hz

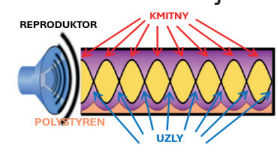
Vzniknou kmitny a uzly vždycky na stejných místech?

ne

Například sloni se dorozumívají infrazvukem (ten se šíří bez větších ztrát i na velké vzdálenosti), a proto slyší hlavně nízké frekvence. Netopýři, kteří se orientují v prostoru díky pomocí echolokace a k ní používají ultrazvuk, mají mimořádně vysokou horní mez frekvenčního rozsahu. Člověk slyší zvuky o frekvencích zhruba 16 Hz až 20 kHz. U konkrétního lidského jedince a v konkrétní situaci ale samozřejmě záleží na nejrůznějších okolnostech, jako je zdravotní stav, únava atd., a především věk. Dítě pravděpodobně bude mít větší rozsah než dospělý či přímo senior.

Rozlišit výšku různých tónů by měl zvládnout každý, přesná míra této schopnosti ale závisí na hudebnosti konkrétního jedince. Jsou i tací, kteří si s úkolem neporadí vůbec, protože jim prostě všechny tóny znějí stejně – ale pak jde o hudební obdobu dyslexie či dyskalkulie.

Tón z reproduktoru vytváří vlnění vzduchu v trubici. Vlnění se šíří ke konci trubice a odráží se od něj. Tím vzniká druhé vlnění, které postupuje opačným směrem. Obě vlnění se skládají a výsledkem je toto:



Jev se nazývá stojaté vlnění. Kmitny jsou místa, kde vzduch kmitá nejvíc. Naopak v uzlech nekmitá vůbec.

Kmitající vzduch samozřejmě nevidíme. Vidíme pouze, jak rozkmitává rozdrčený polystyren. Nejvíc se kuličky pohybují pod kmitnami, pod uzly zůstávají v klidu. Ale jen některé tóny z reproduktoru způsobí stojaté vlnění vzduchu v trubici. Jejich frekvence závisejí na délce trubice; zde je to přibližně 80 Hz, 170 Hz a 260 Hz. Rozložení kmiten a uzlů je při každé z frekvencí jiné. Detailní vysvětlení najdete na další straně.

I na napjaté struně vzniká stojaté vlnění a může vypadat třeba takto:

S vlnovou délkou podstatně souvisí výška vydávaného tónu. Platí totiž, že čím kratší vlnová délka, tím vyšší frekvence tónu a ta se projevuje tím, jak vysoko tón zní. Čili více kratších „buřtíků“ je na struně vydávající vyšší tón a méně delších na struně znějící hlouběji.

## Kundtova trubice:

Podrobnější komentář:

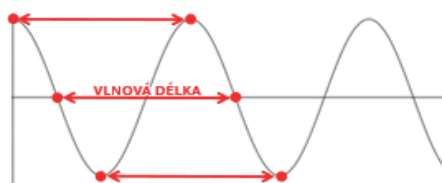
Víme už, že stojaté vlnění vznikne složením dvou „obyčejných“ (postupných) vlnění.

Postupné vlnění není nic jiného než šíření nějakého kmitavého pohybu prostředím. Když například hraje reproduktor, tak kmitá jeho membrána, toto kmitání se postupným vlněním vzduchu šíří do okolí a my slyšíme tóny:



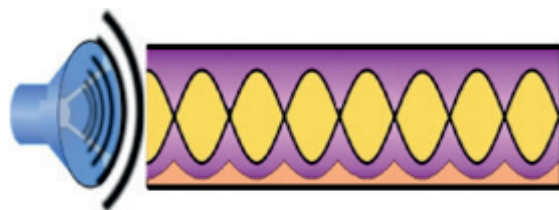
Obrázek znázorňuje to, co je podstatou zvukového vlnění ve vzduchu: jeho střídavé zhušťování a zředování. Pro jednoduchost ale můžeme vlnění vzduchu znázornit takto:

Postupné vlnění se vyznačuje určitou vlnovou délkou. To je délka jedné vlny – čili vzdálenost mezi dvěma nejbližšími místy, kde je opakující se pohyb vždy ve stejné fázi:

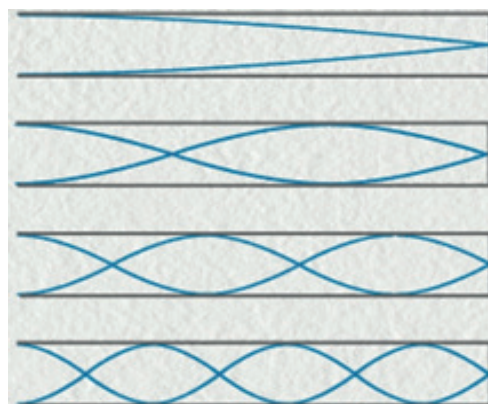


Vlnová délka je daná frekvencí šířícího se tónu (a rychlostí šíření zvuku v daném prostředí, která je ale stále stejná).

Podívejme se znovu na obrázek stojatého vlnění vzduchu uvnitř trubice:



U otevřeného konce trubice hraje reproduktor, proto je tam kmitna. Opačný konec je uzavřený, proto je tam uzel. Do trubice se pak vejde půl vlnové délky plus nějaký počet celých vlnových délek. A jen když přesně toto může nastat, dojde skutečně ke vzniku stojatého vlnění. Jak se stojaté vlnění projeví? Jde o to, že se vzduchový válec rozechvěje, a protože se rozechvěje se stejnou frekvencí, jako má tón z reproduktoru, tak ho zesílí. Říkáme tomu, že vzduch v trubici s tónem rezonuje. Další obrázek znázorňuje rezonanci při různých frekvencích a je jasné, že při každé frekvenci vznikne jiný počet kmiten a uzlů:



Když ale tón nemá žádnou ze „správných“ frekvencí, tak ke vzniku stojatého vlnění čili k rezonanci nedojde. Tón se sice do trubice rozšíří, ale nezesílí se v ní, a samozřejmě ani neroztančí polystyrenové kuličky.