

Audacity – pokusy z akustiky I.

Tomáš Jerje¹, Základní škola Chrastava, Přírodovědecká fakulta UHK

Příspěvek pojednává o experimentech z oblasti akustiky, respektive zviditelnění některých vlastností zvuku vhodným softwarem. Poukazuje na důležitost a možnosti aktivizujících metod ve výuce v dnešní době. Motivuje a dává učitelům a všem příznivcům fyziky návody na experimenty, které nejsou finančně nákladné ani náročné na pomůcky. Některé experimenty se dají použít jako doplňující a motivující učivo ve cvičeních nebo praktikách z fyziky.

Úvod

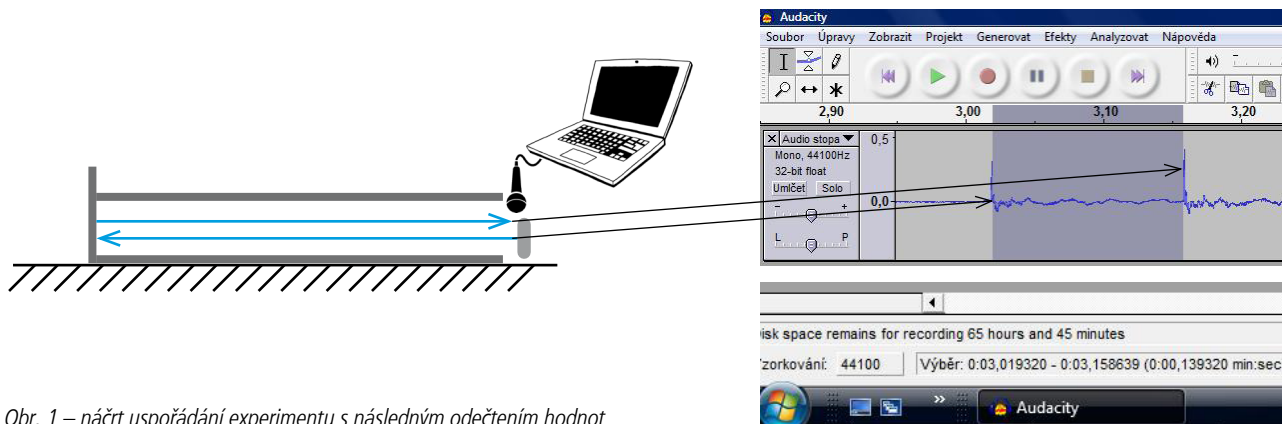
Co přináší dnešní doba za možnosti? Učitelé nemají oblast fyziky týkající se akustiky příliš rádi. Je to i z důvodu, že na školách často chybí demonstrační pomůcky. Učitelé mnohdy nevědí, jaké možnosti pokusů mají. Pro žáky je toto učivo mnohdy nezábavné a neprůhledné. Při tom stačí málo a vše může být jinak. Žáci mohou jednoduše provádět i vymýšlet pokusy doma, bez složitých pomůcek. Stačí jim běžný počítač nebo notebook s mikrofonom a vhodný software. Pravděpodobně nejjednodušší a nejpřehlednější uživatelské rozhraní nabízí program Audacity. Je volně stažitelný z internetu. Není náročný na hardwarovou konfiguraci PC, běží na operačních systémech Windows, Mac OS X a GNU/Linux. Umožňuje i spektrální analýzu zvuku [1].

Rychlost zvuku

Měření rychlosti zvuku je vděčné téma nejen v deváté třídě. V publikacích najdeme metody, jak rychlost zvuku ve vzduchu určit. Známy experiment využívá ke zjištění rychlosti zvuku ve vzduchu rezonanci zvuku ve svislé trubici. K jednomu konci trubice umístíme zdroj zvuku o známé frekvenci (ladičku, reproduktor), uvnitř trubice měníme výšku vodního sloupce a hledáme dvě sousední výšky hladiny, při kterých dojde k výraznému zesílení zvuku v trubici – rezonanci. Ze znalosti frekvence zvuku a vzdálenosti hladin, při kterých dochází k rezonanci, jsme schopni vypočítat rychlost zvuku. Tento reálný středoškolský experiment je však náročný na přípravu, pomůcky, vyzkoušení i následnou realizaci. Při obdobném experimentu použijeme korkovou drť v pokusu s tzv. Kundtovou trubicí. Ta za ideálních podmínek vykreslí v trubici kmitny a uzly. Vzpomínám si ale, že na střední škole se pokus nepovedl, protože korková drť byla navlhla. Jakým experimentem, vhodným i pro základní školu, elegantněji a stejně názorně změřit rychlost zvuku ve vzduchu? Lze to udělat za pomoci vhodného zvukového softwaru a několika dostupných pomůcek.

Pomůcky:

počítač se softwarem, mikrofون, trubice délky alespoň 1 m, zdroj ostře ohraničeného zvuku (cinknutí dvou mincí), překážka na uzavření trubice (kniha, deska)



Obr. 1 – náčrt uspořádání experimentu s následným odečtením hodnot

¹ tomas.jerje@uhk.cz

Uvedení do problému:

To, že se zvuk šíří menší rychlostí než světlo, jsme poznali již jako malí, když jsme sledovali bouřku. Po zahlédnutí záblesku trvá určitou dobu, než uslyšíme hrom. I když obě události nastaly ve stejný čas v určité vzdálenosti od pozorovatele, oba jevy se nám zdají být navzájem časově posunuté.

Popis pokusu:

Změříme si s přesností na centimetry délku použité trubice. Na jeden konec umístíme překážku, od které se zvuk v trubici odrazí zpět. Umístíme mikrofon na začátek otevřeného konce trubice. Zdrojem ostře ohraničeného zvuku vytvoříme na začátku trubice zvukový impuls. Mikrofon ho zaznamená, zvuk se šíří vzduchem v trubici, na konci se odrazí a vrací se zpět ven z trubice, kde je opět zaznamenán. V programu odečteme časový rozdíl mezi dvěma maximy zaznamenaného zvuku. Ze znalosti času a délky trubice vypočítáme průměrnou rychlost zvuku pro vzduch za dané teploty a tlaku. Nezapomeňte, že se zvuk v trubici šíří tam i zpět, proto je potřeba počítat s dvojnásobnou vzdáleností, než je délka trubice. V případě, že budeme při měření důslední, vychází rychlost zvuku téměř shodně s tabulkovou hodnotou. Při měření dospěli žáci k rozmezí rychlostí zvuku 335–342 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Shrnutí:

Aby se zvuk šířil, je zapotřebí, aby prostředí obsahovalo částice, které se podílejí na vedení zvuku. Rychlost zvuku je pak závislá na teplotě, hustotě a druhu materiálu.

Závislost rychlosti zvuku na teplotě prostředí**Pomůcky:**

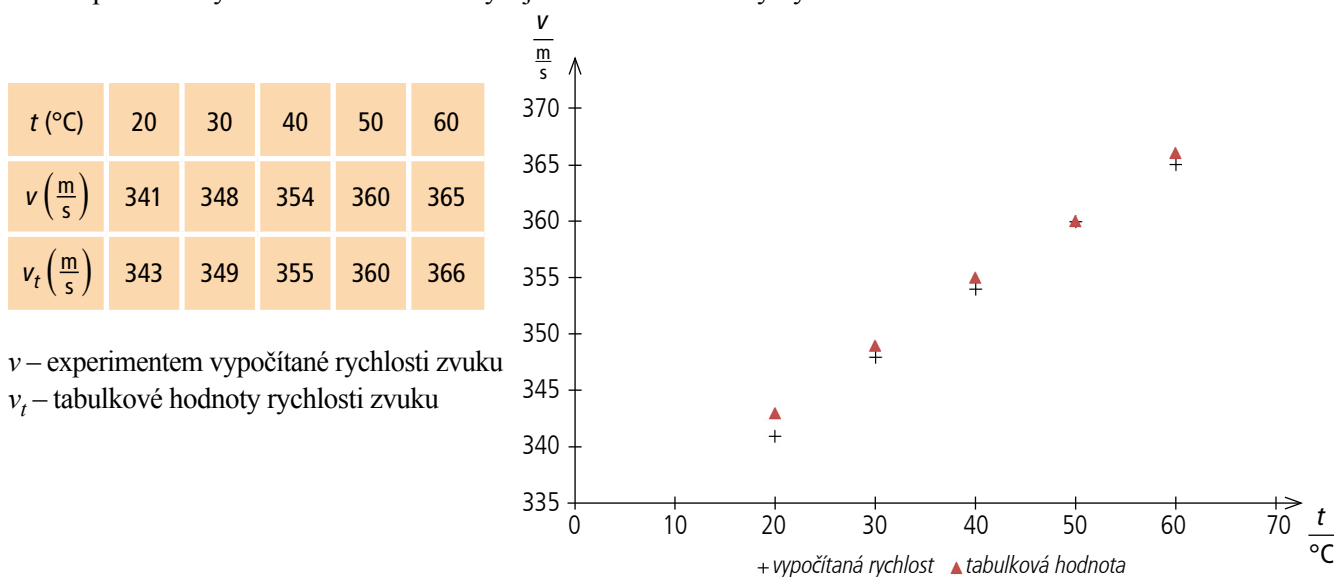
počítač se softwarem, mikrofon, trubice o dané délce, zdroj ostře ohraničeného zvuku (cinknutí dvou mincí), překážka na uzavření trubice (kniha, deska), teploměr, fén

Popis pokusu:

Princip měření rychlosti zvuku v trubici pomocí určení dráhy a času již známe z předchozí úlohy. Nyní tuto úlohu rozšíříme o změnu teploty vzduchu uvnitř trubice. Změnu teploty provádíme nejlépe horkovzdušnou pistolí nebo fénem. Dovnitř trubice umístíme čidlo digitálního teploměru. Vzduch v trubici zahřejeme na vyšší teplotu, doporučeno 80 °C. Nyní opakovaně provádíme měření vždy při poklesu teploty vzduchu uvnitř trubice o 10 °C uvnitř trubice. Z naměřených hodnot sestavíme graf závislosti rychlosti zvuku ve vzduchu na jeho teplotě.

Shrnutí:

Je patrné, že rychlost zvuku ve vzduchu je teplotně závislá. K šíření zvuku je potřeba prostředí s částicemi. S rostoucí teplotou se rychlost částic v látce zvyšuje. Při měření se žáci vyšla závislost následovně:



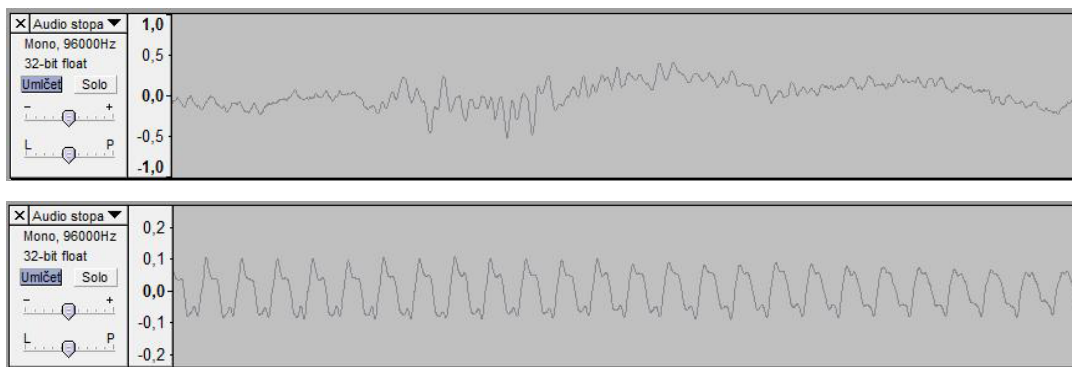
Tab. a graf 1 – závislost rychlosti zvuku ve vzduchu na teplotě vzduchu



Hluk nebo tón

Pomůcky:

PC se softwarem Audacity, mikrofon, flétna a papír



mačkání papíru

zvuk flétny

Obr. 2 – časové závislosti průběhu zvuků

Uvedení do problému:

Proč uchu některé zvuky lahodí a některé zase ne? To, jestli je zvuk uchu příjemný a nakolik, ovlivňuje spousta faktorů. Jedním z nich je i fakt, zda se jedná o tón nebo hluk. Už z názvu můžeme usoudit, co bude pro náš sluch přívětivější.

Popis pokusu:

Pokus patří mezi nejjednodušší pokusy z oblasti akustiky. Můžeme jeho pomocí zviditelnit rozdíl mezi hlukem a tónem. Je pouze potřeba zaznamenat zvuk při mačkání či trhání papíru a v novém okně softwaru zobrazit zvuk, který vzniká hrou na flétnu či jiný hudební nástroj.

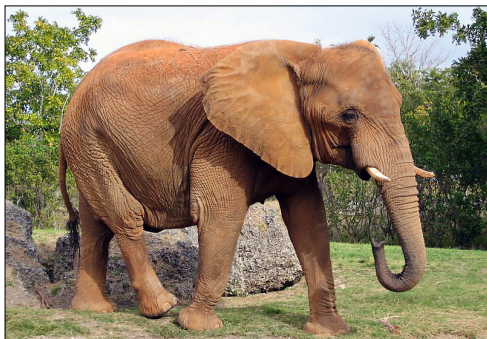
Shrnutí:

Z časových závislostí je patrné, že se jedná o dva různé zvuky, které vnímáme odlišně. Zvuky s pravidelným průběhem a určitou výškou, délkou, silou a barvou nazýváme tóny. V opačném případě se jedná o hluk.

Rozsah slyšitelnosti

Pomůcky:

PC se softwarem Audacity, reproduktor



Obr. 3 – slon africký [2]



Obr. 4 – myš [3]

Uvedení do problému:

Jak se dorozumívají a orientují netopýři, jak komunikují delfini na velkou vzdálenost a sloni až na desítky kilometrů? Proč my to neslyšíme? Proč nám jsou některé tóny příjemné a některé rvou uši? Proč plašič hlodavců neplaší i lidi? Proč po zapískání na psí píšťalku pes přiběhne, ale já nic neslyšel? Nejsem hluchý, jen jsou zvuky, které mohu slyšet, a jsou zvuky, které mohou slyšet jen zvířata. Proč babička neslyší to, co já?

Popis pokusu:

Tento experiment se dá v případě naprostého klidu provádět frontálně s celou třídou. Pokus spočívá v tom, že využijeme funkce programu ke generování periodického zvuku o určité frekvenci. Tuto frekvenci zvyšujeme až do cca 19 000 Hz (většina žáků již tuto frekvenci neslyší, navíc většinou ani nemáme k dispozici kvalitní reproduktor, který by dokázal zprostředkovat zvuk o takto vysokých frekvencích). Žák zapíše frekvenci, kterou slyšel jako poslední.

Shrnutí:

Každé ucho je jedinečné, obecně však platí, že zdravé ucho mladého člověka slyší frekvence v rozmezí 16 Hz až 20 000 Hz. Někde mezi těmito hodnotami se nachází i náš slyšitelný rozsah. Někteří žáci přestávají slyšet zvuk již na frekvenci 16 000 Hz, jiní slyší zvuk přes 18 000 Hz. Je to dáno fyziologickými vlastnostmi ucha, stářím člověka, ale i tím, jak mají žáci uši poškozené nadměrně hlasitým zvukem ze sluchátek.

Zajímavost:

Obecně platí, že novorozeně má bubínek nejvíce elastický a ucho slyší nejvyšší tóny. Čím je člověk starší, tím se mez snižuje. V 70 letech se člověk zpravidla dostane na hranici okolo 13 000 Hz.

Vznik zvuku**Pomůcky:**

reproduktor, MP3 přehrávač s hudbou, laser, zrcátko



Obr. 5 – reproduktor se zrcátkem



Obr. 6 – stopa laserového paprsku

Uvedení do problému:

Určitě si každý všiml, že pokud vydává zvuk, cítí v krku mírné vibrace. Vibrace způsobují hlasivky, které jsou rozkmitány procházejícím vzduchem. **Čím je** tedy zvuk, který slyšíme, obecně vytvářen?

Popis pokusu:

K tomuto experimentu je vhodný reproduktor, u kterého je přístupná membrána. Na membránu položíme kousek odrazné plochy, nejlépe malé zrcátko. Na zrcátko posvítíme laserovým paprskem a na stropě díky odrazu vidíme obraz, pouhou tečku. Když do reproduktoru přivedeme signál, nejlépe písničku, na stropě můžeme pozorovat světelné stopy vytvořené laserovým paprskem.

Shrnutí:

Při rozezvučení reproduktoru se začne membrána společně s kouskem zrcátka chvět, a proto se bude pohybovat i světelný bod na stropě. Vlivem setrvačnosti zrakového vjemu se tento pohybující bod jeví jako křivky kreslené na stropě místnosti. Tím se dá ukázat, že zvuk vzniká v důsledku chvění tělesa.

Literatura a obrázky

- [1] Audacity. *Audacity* [online]. 2005, 2012 [cit. 2013-07-11]. Dostupné z: <<http://audacity.sourceforge.net/?lang=cs>>
- [2] <http://paulica.nolimit.cz> [online]. [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <<http://paulica.nolimit.cz/rubriky/slon-pro-stesti>>
- [3] <http://www.benateckyctyrlistek.eu> [online]. [cit. 2013-07-21]. Dostupné z: <<http://www.benateckyctyrlistek.eu/wp-content/uploads/2012/09/mys-01.jpg>>.