

24. ročník, úloha II. P ... šmoulové a Darth Vader !!! chybí statistiky !!!

Po nadýchání se helia se člověku mění hlas tak, že mluví jako šmoula. Stejně to funguje, nadýcháte-li se vodíku (kuřáci, pozor!). Ale dá se dosáhnout i změny na hlas podobný Darthu Vaderovi, nejnámějším médiem je fluorid sírový. Jak funguje změna hlasu? Pokuste se ji kvantitativně odhadnout.

U chemiků sebral Michal.

Nejprve si povíme něco o tvorbě hlasu – kde a jak vzniká, a to nám následně pomůže při úvaze, jak dochází ke šmoulovskému efektu.

Základní vlastnosti lidského hlasu jsou dány fyziologií hlasového ústrojí. Význam má především délka hlasivek (u žen se udává pro soprán 14 až 19 mm, u mužů pro bas 24 až 25 mm); čím jsou hlasivky kratší, tím rychleji kmitají a běžný mluvený hlas je vyšší. Intenzita práce hlasivek je mimořádně velká. I když u velmi hlubokého hlasu je vyluzovaná frekvence jen 50 Hz, ženské vysoké hlasy však dosahují až 480 Hz. Dále hlas vycházející z hlasivek nemá barvu lidského hlasu. Charakteristické znění, individuální pro jednotlivce, získává až průchodem nadhrtanovými prostorami – rezonátory, v nichž se mění některé ze svrchních tónů základního hlasu. Na konečném efektu se podílí i rezonance celé lebeční dutiny a lícních kostí. Změnou postavení rtů, jazyka, hrdla je možno barvu hlasu modifikovat. Samotný hlas pak vzniká tak, že proud vzduchu z plic rozechvívá sevřené hlasivky, čímž vznikají zvuky o různých kmitočtech.

Obecně se dá říci, že hlasivky vydávají jednak jeden konkrétní tón a mimo toho ještě celé spektrum vyšších tónů. A v tom je právě ten trik. Základní frekvence řeči je totiž nezávislá na tom, zda testovaná osoba dýchá ve vzduchu nebo v heliu – hlasivky totiž kmitají v obou případech se stejnou frekvencí. Z hlasivek se ozývá základní tón, ale již zmíněné spektrum vyšších tónů se chová ve vzduchu a v heliu odlišně. V dutinách vyplněných vzduchem zesílí určité frekvence a v dutinách s heliem zase jiné – vyšší frekvence. A proč právě vyšší? Rychlost šíření zvuku v heliu je přibližně třikrát tak větší než ve vzduchu. Tyto vyšší frekvence pak mění náš pocit z toho, jaký hlas slyšíme, tedy mění barvu a artikulaci, ale nemění základní tón!

Chcete-li si doma zkusit, že to tak opravdu je, navrhuji následující experiment: Sežeňte si heliový balonek a nějaký dechový nástroj – např. flétnu, trubku apod., který nám poslouží jako jakýsi rezonátor. Jednoduše na něj zahrajeme několik základních intervalů, načež si dýchneme helia (experimentujte opatrně, prosím!). Co se stane: Tóny se posunou někam úplně jinam než jsme zvyklí, budou vyšší, přičemž se však intervaly zachovají! Pro přehledné vyčíslení se dají využít počítačové programy nebo osciloskop, ale myslím si, že pro názornost toto bohatě stačí.

Co se změny hlasu na Darth Vadera týče, neměli jsme příležitost experimentovat, neboť se fluorid sírový nedá sehnat v menším balení než 10 kg. Ale princip je obdobný jako u helia, jen uvažujeme tak, že spektrum vyšších tónů doplňující základní tón se neozve jako vyšší, ale nižší. Rychlost šíření zvuku ve fluoridu sírovém je totiž o něco menší než ve vzduchu.

*Zuzana Dočekalová
zuzka@fykos.cz*

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.