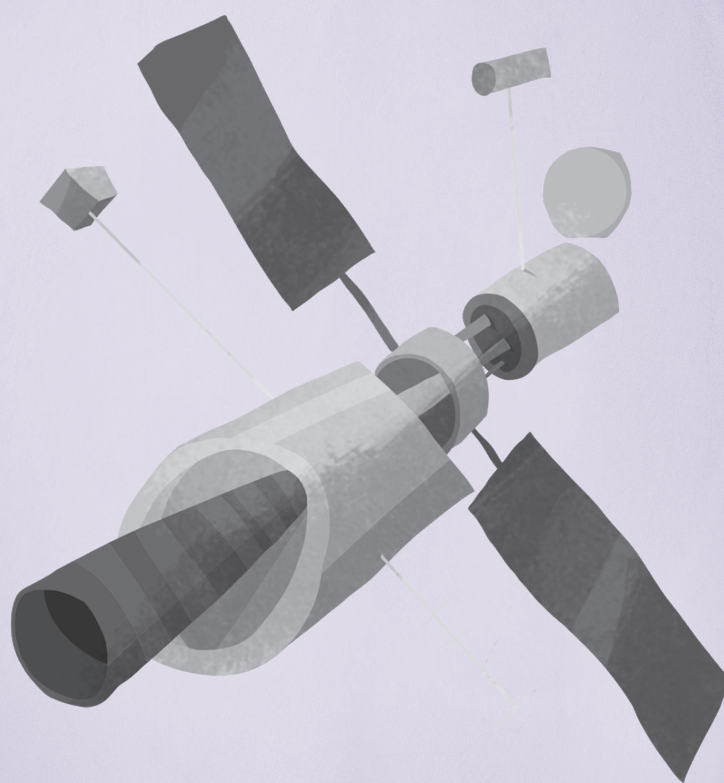


FYZIKA

ANALÝZA ZVUKU



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

Předmět:	Fyzika
Cílová skupina:	2. nebo 3. ročník čtyřletého gymnázia, resp. odpovídající ročníky víceletého
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Analýza zvuku
Výukový celek:	Mechanické kmitání a vlnění – zvuk
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	<p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj sociálních (interakčních, vztahových) dovedností pro život s druhými lidmi (např. při skupinové výuce).</p> <p><u>Multikulturní výchova</u> – Ztotožňovat se s názorem, že všechny etnické skupiny jsou rovnocenné a že všichni lidé mají právo žít společně a spolupracovat (např. při skupinové výuce, pocházeli členové skupiny z různých etnik).</p> <p><u>Mediální výchova</u> – Naučit se vyhodnocovat kvalitu a význam informačních zdrojů (zejména při práci s textem v rámci opakování).</p>
Mezipředmětové vztahy:	<p>Matematika – grafy funkcí a jejich vlastnosti, periodická funkce, funkce sinus a kosinus.</p> <p>Umění a kultura, hudební obor – hudební nástroje (sopránová a altová flétna), různé hudební zvuky a jejich grafický záznam.</p> <p>Informační a komunikační technologie – využití software Audacity.</p> <p>Český jazyk – samohlásky, práce s textem (jeho kritické čtení).</p>
Výukové metody:	Rozhovor, instruktáž, žákovský experiment, práce s textem.
Organizační formy výuky:	Frontální výuka, skupinová výuka, samostatná práce.
Vstupní předpoklady:	Žák ovládá základní obsluhu počítače. Dovede charakterizovat základní vlastnosti mechanického vlnění. Umí definovat veličiny perioda a frekvence a chápe jejich smysl.
Očekávané výstupy:	Žák dokáže z časové závislosti zjistit periodu a vypočítat frekvenci zvuku. Dokáže porovnávat hodnoty fyzikálních veličin (frekvence) a vyvodit na základě toho jednoduchý závěr. Dokáže rozpoznat graf periodické funkce a speciálně funkce



(ko)sinus. Umí kriticky posoudit informace v předloženém textu a rozhodnout, zda je ověřil, nebo neověřil.

Výukové cíle: Výukovými cíli jsou očekávané výstupy (viz výše).

Klíčové kompetence: Kompetence k řešení problémů – Žák rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části (např. určení frekvence zvuku na základě měření jeho periody); žák kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry (zejména při práci s textem v rámci opakování).

Kompetence komunikativní – Žák používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu (fyzikální terminologie, grafy funkcí); žák efektivně využívá moderní informační technologie (program Audacity).

Kompetence k učení – Žák kriticky přistupuje ke zdrojům informací (zejména při práci s textem v rámci opakování).

Kompetence sociální a personální – Aktivně spolupracuje při stanovování a dosahování společných cílů (při skupinové výuce).

Formy a prostředky hodnocení: Učitel průběžně slovně hodnotí pokrok a výsledky práce žáků. Po skončení výuky učitel analyzuje pracovní listy žáků a provede hodnocení jak skupinek, tak žáků ve smyslu níže uvedených kritérií.

Kritéria hodnocení: Učitelům navrhujeme např. tato kritéria: Skupina žáků pracovala úspěšně, pokud provedla a vyhodnotila správně alespoň tři ze čtyř experimentů. Žák pracoval úspěšně, pokud správně identifikoval alespoň tři ze čtyř tvrzení (která bylo možno ověřit) a zároveň neoznačil žádnou neověřenou informaci.

Pomůcky: Dataprojektor, pracovní listy, ladičky, dřevěné násady („paličky“), notebooky nebo počítače s programem Audacity, mikrofony, sopránové flétny, altové flétny, vlhčené hygienické ubrousky, kalkulačky.



Časový a obsahový plán výukového celku (90 min)

Název hodiny: Analýza zvuku

Čas (min)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
5	Zahájení výuky, seznámení s programem výuky	Objasní, co se bude ve výuce dít, učitel rozdělí žáky (nebo nechá je samotné se rozdělit) do skupin (nejlépe do dvojic)	Účastní se rozhovoru s učitelem	Frontální výuka	Rozhovor		Pracovní listy	
10	Seznámení žáků s programem Audacity	Učitel žáky seznámí s programem Audacity tak, aby s ním mohli dále pracovat	Žáci provádí jednoduché činnosti pomocí programu Audacity	Frontální a skupinová výuka	Rozhovor, instruktáž	Průběžná slovní zpětná vazba učitele	Dataprojektor, notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon	
15	První experiment – ověřování údaje uvedeného na ladičce	Dává jednotlivým skupinám žáků zpětnou vazbu, příp. odpovídá na dotazy	Postupují podle pokynů v pracovním listu (zejména experimentují a vyhodnocují měření). Komunikují s učitelem	Skupinová výuka	Žákovský experiment	Průběžná slovní zpětná vazba učitele	Pracovní list, ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, kalkulačka	
10	Druhý experiment – porovnání zvuků ladičky a flétny	Dává jednotlivým skupinám žáků zpětnou vazbu, příp. odpovídá na dotazy	Postupují podle pokynů v pracovním listu (zejména experimentují a vyhodnocují měření), komunikují s učitelem	Skupinová výuka	Žákovský experiment	Průběžná slovní zpětná vazba učitele	Pracovní list, ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, altová flétna, vlhčené hygienické ubrousky	Skupiny žáků vzájemně sdílejí altovou flétnu (typicky dvě skupiny na jednu flétnu)
20	Třetí experiment – porovnání časového průběhu českých samohlásek	Dává jednotlivým skupinám žáků zpětnou vazbu, příp. odpovídá na dotazy	Postupují podle pokynů v pracovním listu (zejména experimentují a vyhodnocují měření), komunikují s učitelem	Skupinová výuka	Žákovský experiment	Průběžná slovní zpětná vazba učitele	Pracovní list, notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon	



15	Čtvrtý experiment porovnání frekvence tónů lišících se o oktávu	Dává jednotlivým skupinám žáků zpětnou vazbu, příp. odpovídá na dotazy	Postupují podle pokynů v pracovním listu (zejména experimentují a vyhodnocují měření), komunikují s učitelem	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="496 943 627 1133">Skupinová výuka</td> <td data-bbox="627 943 703 1133">Žákovský experiment</td> </tr> </table>	Skupinová výuka	Žákovský experiment	Průběžná slovní zpětná vazba učitele	Pracovní list, notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, sopránová a altová flétna, vlhčené hygienické ubrousky, kalkulačka	Skupiny žáků vzájemně sdílejí altovou a sopránovou flétnu (každá skupina má buď sopránovou, nebo altovou flétnu)
Skupinová výuka	Žákovský experiment								
15	Opakování (příp. další experimentování)	Dává jednotlivým žákům a skupinám žáků zpětnou vazbu, shrnuje a uzavírá práci žáků	Postupují podle pokynů v pracovním listu (část „Opakování“), spolu s učitelem shrnují a uzavírají svoji práci	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="703 943 852 1133">Samostatná práce, skupinová výuka, frontální výuka</td> <td data-bbox="852 943 981 1133">Práce s textem, rozhovor, příp. žákovský experiment</td> </tr> </table>	Samostatná práce, skupinová výuka, frontální výuka	Práce s textem, rozhovor, příp. žákovský experiment	Slovní zpětná vazba učitele, žáků navzájem a sebereflexe jednotlivých žáků	Pracovní list, příp. některé z výše uvedených pomůcek	Pokud zbyde některé skupině čas, může se vrátit k některému z experimentů nebo navrhnout a provést další experiment; vyučující nakonec vyhodnotí práci žáků podle svých kritérií
Samostatná práce, skupinová výuka, frontální výuka	Práce s textem, rozhovor, příp. žákovský experiment								



Pracovní list pro studenta

Název hodiny: Analýza zvuku

Název prvního experimentu: Ověřování údaje uvedeného na ladičce

Jméno:

a) Úkol

Pomocí programu Audacity ověř číselný údaj na ladičce.

b) Výklad

V případě potřeby se ptej vyučujícího.

c) Pomůcky

Ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, kalkulačka.

d) Pracovní postup

Pracovní postup navrhni sám/sama v následujícím bodu e).

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.)

Jaký údaj jsi pomocí experimentování a výpočtu zjistil(a)?



f) Závěr



Název druhého experimentu: Porovnání zvuků ladičky a flétny

a) Úkol

Pomocí programu Audacity porovnej časový průběh zvuku ladičky a flétny.

b) Výklad

V případě potřeby se ptej vyučujícího.

c) Pomůcky

Ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, altová flétna, vlhčené hygienické ubrousky.

d) Pracovní postup

Postupuj podobně jako v prvním experimentu „ověřování údaje uvedeného na ladičce“.

Nejprve otři hygienickým ubrouskem ústí vzduchového kanálku v horní části flétny.

Na altovou („větší“) flétnu zahraj tón tak, že budou zakryty všechny tónové otvory (dírký) kromě spodních dvou (jedná se o dvě spodní „dvojdírký“).

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k prvnímu experimentu „Ověřování údaje uvedeného na ladičce“.

Načrtni grafickou závislost (průběh) jak zvuku ladičky, tak daného zvuku flétny.

f) Závěr

Napiš, v čem se oba grafy zejména liší (pokud jde o jejich průběh). Pojmenuj matematickou terminologií vlastnosti obou funkcí.



Název třetího experimentu: Porovnání časového průběhu českých samohlásek

a) Úkol

Pomocí programu Audacity nahraj všechny české samohlásky, analyzuj jejich časový průběh a zjisti, co podstatného mají jejich grafy společného.

b) Výklad

V případě potřeby se ptej vyučujícího.

c) Pomůcky

Notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon.

d) Pracovní postup

Postupuj podobně jako v předchozích experimentech.

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k předchozím experimentům.

Načrtni nebo zkopíruj (stáhni) grafy časového průběhu jednotlivých samohlásek. Porovnej je a zjisti jejich společnou vlastnost.

f) Závěr

Napiš, co mají všechny grafy společného (pokud jde o jejich průběh). Pojmenuj matematickou terminologií vlastnost těchto funkcí.



Název čtvrtého experimentu: Porovnání frekvence tónů lišících se o oktávu

a) Úkol

Pomocí programu Audacity zjistí, jak se liší frekvence komorního a od frekvence tónu, který je o oktávu vyšší.

b) Výklad

V případě potřeby se ptej vyučujícího.

c) Pomůcky

Notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, altová flétna, sopránová flétna, vlhčené hygienické ubrousky.

d) Pracovní postup

Postupuj podobně jako v předchozích experimentech. Komorní a , značené také a^1 , zahraj tak, jak je popsáno ve druhém experimentu. Tón o oktávu vyšší, tedy a^2 , zahraj např. na sopránovou („menší“) flétnu tak, že budou zakryty jen horní tři tónové otvory (dvě dírky zepředu a osamocená horní dírka zezadu).

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k druhému experimentu „Porovnání zvuků ladičky a flétny“.

f) Závěr



Pracovní list pro pedagoga

Název prvního experimentu: Ověřování údaje uvedeného na ladičce

a) Úkol

Pomocí programu Audacity ověř číselný údaj na ladičce.

b) Výklad

Výklad není třeba. Vyučující může případně dávat rady v průběhu žákovského bádání (viz bod d) a e) níže).

c) Pomůcky

Ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, kalkulačka.

d) Pracovní postup

Pracovní postup mají žáci navrhnout sami. Vyučující může žáky postupně navést např. následujícími otázkami: Zapřemýšlejte, kterou fyzikální veličinu číselný údaj na ladičce znamená. Uvědomte si, kterou veličinu můžete zjistit pomocí programu Audacity. Jaký je mezi oběma veličinami vztah?

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.)

Žáci by měli postupovat tak, že vezmou ladičku do jedné ruky za její spodní část (kolem kuličky), udeří násadou do ramene ladičky, rozezvučené rameno dají blízko mikrofonu, spustí nahrávání zvuku v programu Audacity, nahrávání po několika sekundách ukončí, zobrazený graf („hustě navinutý“) přiblíží a zvětší, zvolí počátek odečítání času v určitém bodě (ko)sinusoidy, změří několik period, na kalkulačce vypočítají jednu periodu a spočítají frekvenci, tj. převrácenou hodnotu periody. (Očekáváme, že postup napíšou spíše stručněji.)

Žákům je možné doporučit:

Udeřit do ladičky razantněji a počkat několik sekund a pak přiložit rozezvučené rameno velmi blízko mikrofonu, odečíst větší počet period (zhruba dvacet), odečítat čas z horní stupnice s přesností na polovinu nejmenšího dílku.

Jaký údaj jsi pomocí experimentování a výpočtu zjistil(a)?

Typicky vychází hodnoty lišící se o jednotky Hz od uvedeného údaje 440 Hz (např. 439,6 Hz, 441,9 Hz). Po zaokrouhlení na dvě platné číslice¹ můžeme výsledek měření a výpočtu zapsat jako 440 Hz, příp. zaokrouhlíme na jednotky Hz, tj. např. 440 Hz, 442 Hz.

¹ Používáme dohodu uvedenou na s. 9 v publikaci Žák, V. (2011). *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Praha: Prometheus.



f) Závěr

Námi naměřená a vypočítaná frekvence ladičky je po zaokrouhlení 440 Hz, což se rovná údaji na ladičce. Údaj na ladičce jsme tedy ověřili.

Poznámka – alternativní formulace závěru:

Námi naměřená a vypočítaná frekvence ladičky je po zaokrouhlení 442 Hz, což se liší o méně než 1 % od údaje na ladičce (440 Hz). Údaj na ladičce jsme tedy s velkou přesností ověřili.



Název druhého experimentu: Porovnání zvuků ladičky a flétny

a) Úkol

Pomocí programu Audacity porovnej časový průběh zvuku ladičky a flétny.

b) Výklad

Výklad není třeba. Vyučující může případně dávat rady v průběhu žákovského bádání (viz bod d) a e) níže).

c) Pomůcky

Ladička, dřevěná násada („palička“), notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, altová flétna, vlhčené hygienické ubrousky.

d) Pracovní postup

Postupuj podobně jako v prvním experimentu „Ověřování údaje uvedeného na ladičce“. Nejprve otři hygienickým ubrouskem ústí vzduchového kanálku v horní části flétny. Na altovou („větší“) flétnu zahraj tón tak, že budou zakryty všechny tónové otvory (dírký) kromě spodních dvou (jedná se o dvě spodní „dvojdírky“). Tímto způsobem se hraje tzv. komorní a o frekvenci 440 Hz (viz úkol navíc na konci).

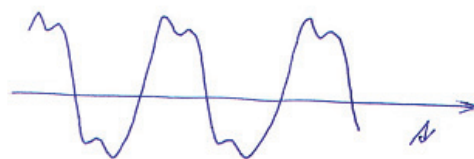
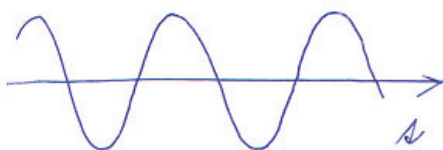
Vyučující a žáci mohou využít toho, že s velkou pravděpodobností má někdo z přítomných žáků zkušenost s hraním na flétnu.

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k prvnímu experimentu „Ověřování údaje uvedeného na ladičce“.

Načrtni grafickou závislost (průběh) jak zvuku ladičky, tak daného zvuku flétny.

Je vhodné, aby žáci v obou grafem vyznačili časovou osu.



Je vidět, že zatímco grafem zvuku ladičky je docela přesně (ko)sinusoida, graf zvuku flétny má složitější průběh. Může mít poměrně variabilní tvar (na obr. výše je jedna z možností). Podstatné je, že se nejedná o (ko)sinusoidu, ale o jinou (přibližně) periodickou funkci.



f) Závěr

Napiš, v čem se oba grafy zejména liší (pokud jde o jejich průběh). Pojmenuj matematickou terminologií vlastnosti obou funkcí.

Zvuk ladičky má průběh jako funkce (ko)sinus, ale časový záznam zvuku flétny se řídí jinou, složitější (skoro) periodickou funkcí.

Úkol navíc:

Žáci mohou porovnat frekvence obou zvuků. Hmat na flétně byl zvolen tak, aby flétna vydávala komorní a o frekvenci (přibližně) 440 Hz. Reálně může být flétna rozladěná (lze ladit částečným vysunutím nebo zasunutím horní části flétny). Lze pak ověřit, že jak ladička, tak flétna (při daném hmatu) vydávají zvuky o (přibližně) stejné frekvenci 440 Hz.



Název třetího experimentu: Porovnání časového průběhu českých samohlásek

a) Úkol

Pomocí programu Audacity nahraj všechny české samohlásky, analyzuj jejich časový průběh a zjisti, co podstatného mají jejich grafy společného.

b) Výklad

Výklad není třeba. Vyučující může případně dávat rady v průběhu žákovského bádání.

c) Pomůcky

Notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon.

d) Pracovní postup

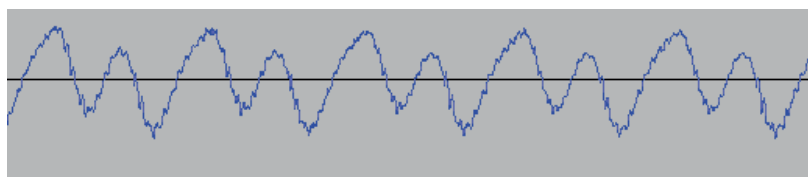
Pracovní postup je obdobný jako v předchozích experimentech.

e) Zpracování pokusu

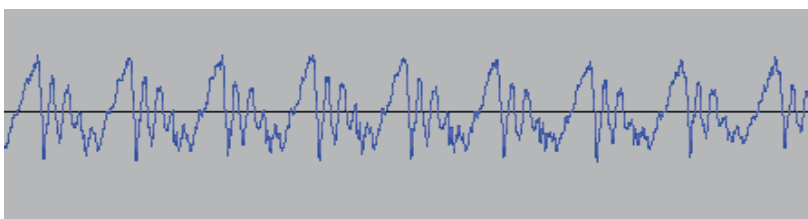
Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k předchozím experimentům.

Načrtni nebo zkopíruj (stáhni) grafy časového průběhu jednotlivých samohlásek. Porovnej je a zjisti jejich společnou vlastnost.

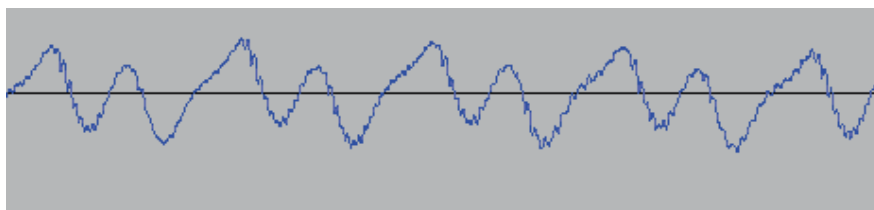
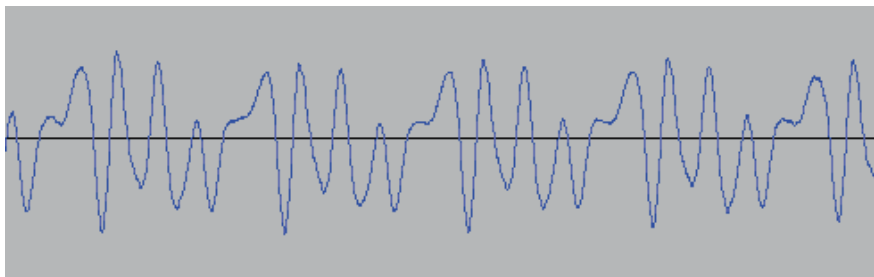
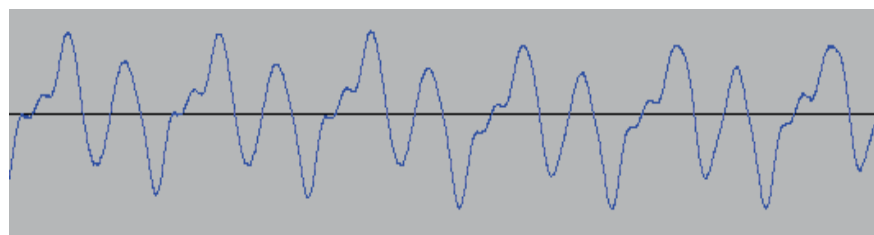
Žáci si musí nejprve uvědomit, které hlásky jsou v češtině samohláskami (*a, e, i, o, u*). Průběhy jednotlivých samohlásek uvádíme níže. Průběh dané samohlásky není přesně definovaný, takže grafy níže jsou pouze orientační.



Samohláska a



Samohláska e

Samohláska *i*Samohláska *o*Samohláska *u*

f) Závěr

Napiš, co mají všechny grafy společného (pokud jde o jejich průběh). Pojmenuj matematickou terminologií vlastnost těchto funkcí.

Z obrázků je patrné, že se určitá část grafu opakuje, takže se jedná o periodické (nebo téměř periodické) funkce.



Název čtvrtého experimentu: Porovnání frekvence tónů lišících se o oktávu

a) Úkol

Pomocí programu Audacity zjisti, jak se liší frekvence komorního a od frekvence tónu, který je o oktávu vyšší.

b) Výklad

Výklad není třeba. Vyučující může případně dávat rady v průběhu žákovského bádání (viz bod d) a e) níže).

c) Pomůcky

Notebook nebo počítač s programem Audacity, mikrofon, altová flétna, sopránová flétna, vlhčené hygienické ubrousky.

d) Pracovní postup

Postupuj podobně jako v předchozích experimentech. Komorní a , značené také a^1 , zahraj tak, jak je popsáno ve druhém experimentu. Tón o oktávu vyšší, tedy a^2 , zahraj např. na sopránovou („menší“) flétnu tak, že budou zakryty jen horní tři tónové otvory (dvě dírky zepředu a osamocená horní dírka zezadu).

Vyučující a žáci mohou využít toho, že s velkou pravděpodobností má někdo z přítomných žáků zkušenost s hraním na flétnu. Tón a^2 se dá zahrát i na altovou flétnu.

e) Zpracování pokusu

Zapiš stručně, jak jsi při plnění úkolu postupoval(a). (Aby mohl někdo jiný podle tvého návodu experiment zopakovat.) Můžeš se odkázat k druhému experimentu „Porovnání zvuků ladičky a flétny“.

Pro komorní a (a^1) typicky vychází hodnoty lišící se jen o jednotky Hz od 440 Hz (např. 439,6 Hz, 434,8 Hz). Před porovnáním s frekvencí tónu a^2 zaokrouhlíme na jednotky Hz, tj. v našem případě na 440 Hz, 435 Hz.

Pro tón o oktávu vyšší, a^2 , můžeme naměřit např. frekvence 851 Hz nebo 860 Hz.

Na otázku, jak se liší frekvence, můžeme odpovědět tak, že zjištěné frekvence dáme do poměru (větší ku menší). V našem případě dostáváme pro různé kombinace následující hodnoty (zaokrouhlíme na dvě platné číslice):

$$851 \text{ Hz} / 440 \text{ Hz} \approx 1,9$$

$$851 \text{ Hz} / 435 \text{ Hz} \approx 2,0$$

$$860 \text{ Hz} / 440 \text{ Hz} \approx 2,0$$

$$860 \text{ Hz} / 435 \text{ Hz} \approx 2,0$$

f) Závěr

Frekvence tónu a^2 , který je o oktávu vyšší než komorní a , je přibližně dvakrát větší.

Poznámka:

Reálně mohou být flétny rozladěné (lze ladit částečným vysunutím nebo zasunutím jejich horní části).



Opakování

Název: Analýza zvuku

Jméno:

O zvuku toho bylo už hodně napsáno. V následujícím jsou ukázky* ze dvou učebnic fyziky. Tvým úkolem je v následujících ukázkách **jasně vyznačit, které informace se ti podařilo během těchto laboratorních prací ověřit** (verifikovat). Zároveň uveď **komentář**, který vysvětlí, do jaké míry se informaci podařilo ověřit, jaké obtíže nastaly při experimentu apod.

Ukázka 1:

(Zdroj: Svoboda, E., Bartuška, K., Bednařík, M., Lepil, O., & Šíroká, M. (2006). *Přehled středoškolské fyziky*. Praha: Prometheus. Str. 232.)

Frekvence zvuku leží v intervalu přibližně 16 Hz až 16 000 Hz (16 kHz). Mechanické vlnění s frekvencí menší než 16 Hz je **infrazvuk**, frekvenci větší než 16 kHz má **ultrazvuk**.

Komentář:

* Jedná se jen o části textů, takže např. je vynechán obrázek označený jako 3-4, na který odkazuje druhá ukázka.



Ukázka 2:

(Zdroj: Lepil, O. (1994). *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. Praha: Prometheus. Str. 80 a 86.)

Periodické zvuky nazýváme hudební zvuky nebo tóny. Jestliže má zvuk harmonický průběh, je to jednoduchý tón. Periodické zvuky složitějšího průběhu označujeme jako složené tóny.

Mezi hudební zvuky patří nejen zvuky hudebních nástrojů, ale např. i samohlásky řeči. Na obr. 3-4 jsou časové diagramy některých samohlásek, pořízené pomocí osciloskopu. Vidíme, že zvuk samohlásek je sice periodický, ale není harmonický. Podobně i zvuky různých hudebních nástrojů mají složitý průběh, což sluchem dokážeme rozlišit.

Neperiodické zvuky vnímáme jako hluk (praskot, bušení, skřípání apod.).

Podle potřeby lze rovněž vyjadřovat relativní výšku dvou tónů podílem jejich frekvencí. Takto se vyjadřují hudební intervaly. Nejjednodušší hudební interval je oktáva, charakterizovaná poměrem frekvencí $2 : 1$, tzn. že tón o oktávu vyšší má dvojnásobnou frekvenci. Na klaviatuře piana je mezi prvním tónem (primou) a osmým tónem (oktávou) 12 kláves, 7 bílých a 5 černých, jimž přísluší tóny tónové stupnice s přesně definovanými relativními výškami.

Komentář:



Opakování – řešení pro pedagoga

Název: Analýza zvuku

O zvuku toho bylo už hodně napsáno. V následujícím jsou ukázky* ze dvou učebnic fyziky. Tvým úkolem je v následujících ukázkách **jasně vyznačit, které informace se ti podařilo během těchto laboratorních prací ověřit** (verifikovat). Zároveň uveď **komentář**, který vysvětlí, do jaké míry se informaci podařilo ověřit, jaké obtíže nastaly při experimentu apod.

Učitel žákům sdělí, že harmonický průběh znamená, že se jedná o funkci sinus nebo kosinus.

Ukázka 1:

(Zdroj: Svoboda, E., Bartuška, K., Bednařík, M., Lepil, O., & Šíroká, M. (2006). *Přehled středoškolské fyziky*. Praha: Prometheus. Str. 232.)

Frekvence zvuku leží v intervalu přibližně 16 Hz až 16 000 Hz (16 kHz). Mechanické vlnění s frekvencí menší než 16 Hz je **infrazvuk**, frekvenci větší než 16 kHz má **ultrazvuk**.

Poznámka:

Tvrzení, které je podtrženo, mohli žáci v případě úspěšného experimentování ověřit.

Chybou je zejména to, pokud žáci uvedou, že ověřili, že „mechanické vlnění s frekvencí menší než 16 Hz je infrazvuk“, a další informace, které jsou v podstatě definicemi (vymezením) pojmů.

Komentář:

Žáci by mohli např. uvést, že všechny změřené frekvence patří do uvedeného intervalu, ale na druhou stranu se neověřovalo (princiálně to ani nejde), že všechny frekvence z intervalu 16 Hz až 16 kHz představují zvuk.

* Jedná se jen o části textů, takže např. je vynechán obrázek označený jako 3-4, na který odkazuje druhá ukázka.



Ukázka 2:

(Zdroj: Lepil, O. (1994). *Fyzika pro gymnázia: Mechanické kmitání a vlnění*. Praha: Prometheus. Str. 80 a 86.)

Periodické zvuky nazýváme hudební zvuky nebo tóny. Jestliže má zvuk harmonický průběh, je to jednoduchý tón. Periodické zvuky složitějšího průběhu označujeme jako složené tóny.

Mezi hudební zvuky patří nejen zvuky hudebních nástrojů, ale např. i samohlásky řeči. Na obr. 3-4 jsou časové diagramy některých samohlásek, pořízené pomocí osciloskopu. Vidíme, že zvuk samohlásek je sice periodický, ale není harmonický. Podobně i zvuky různých hudebních nástrojů mají složitý průběh, což sluchem dokážeme rozlišit.

Neperiodické zvuky vnímáme jako hluk (praskot, bušení, skřípání apod.).

Podle potřeby lze rovněž vyjadřovat relativní výšku dvou tónů podílem jejich frekvencí. Takto se vyjadřují hudební intervaly. Nejjednodušší hudební interval je oktáva, charakterizovaná poměrem frekvencí 2 : 1, tzn. že tón o oktávu vyšší má dvojnásobnou frekvenci. Na klaviatuře piana je mezi prvním tónem (primou) a osmým tónem (oktávou) 12 kláves, 7 bílých a 5 černých, jimž přísluší tóny tónové stupnice s přesně definovanými relativními výškami.

Poznámka:

Tvrzení, která jsou podtržena, mohli žáci v případě úspěšného experimentování ověřit.

Chybou je opět zejména to, pokud žáci uvedou, že ověřili definice pojmů (hudební zvuk, jednoduchý tón, složený tón).

Komentář:

Žáci by mohli např. uvést, že zvuk samohlásek není zcela periodický, ale jen přibližně periodický. Dále nahrávali jen zvuk flétny, takže neověřili, že také další nástroje mají periodický průběh. Mohou také upozornit na to, že poměr frekvencí nevyšel přesně 2:1.



Další náměty pro učitele a žáky:

Pokud zbyde čas, mohou žáci ověřit další informace v textu, např. že praskot, bušení, skřípání mají neperiodický průběh nebo že vysoké tóny (hrané na flétnu, zpívané) mají frekvenci menší než 16 000 Hz.

Žáci mohou také porovnat své výsledky s výsledky ostatních skupin.

Žáci se mohou zamyslet nad tím, co vlastně v rámci opakování provedli: Porovnali údaje uvedené v literatuře s tím, co změřili („s realitou“). To je jedna z podstatných funkcí experimentování v přírodních vědách – možnost ověřovat informace.

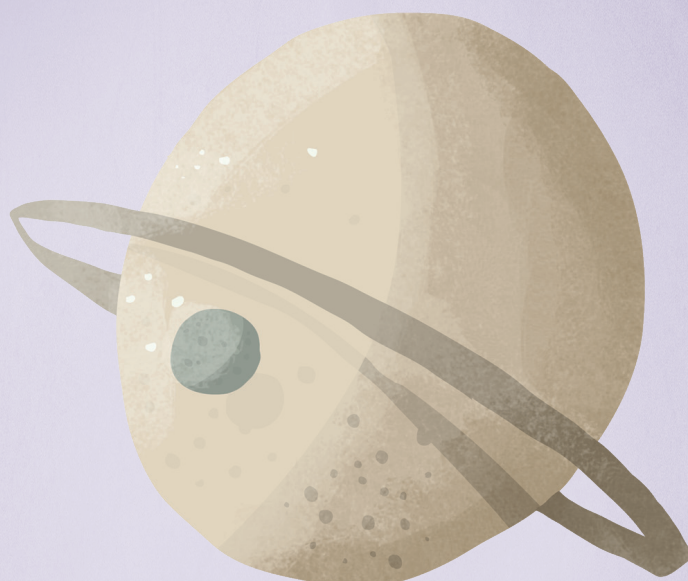






Analýza zvuku

RNDr. Mgr. Vojtěch Žák, Ph.D.



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ