

Pár štěků z akustického workshopu

DANA MANDÍKOVÁ, ZDENĚK DROZD

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

Úvod

Akustický workshop je ucelená sada experimentů, se kterou jsme v uplynulých letech vystupovali na různých místech. V samotném workshopu postupujeme od zdrojů zvuku přes jeho šíření v různých prostředích, měření rychlosti zvuku, interferenci zvukového vlnění a podobně až k principům záznamu zvuku. Do tohoto příspěvku jsme vybrali popis a rozbor několika pokusů ze zmíněného workshopu: princip reprodukce zvukové nahrávky gramofonem, princip záznamu a reprodukce zvuku magnetofonem včetně mazání nahrávky, dále popis několika atypických zdrojů zvuku („kosmické zvuky“) a pokus, který ukazuje naši schopnost zaměřit zdroj zvuku. V následujícím textu jsme se pokusili popsat uvedené vybrané pokusy tak, aby je případný zájemce mohl snadno zopakovat a popřípadě zařadit do výuky fyziky ve svých hodinách. Uvádíme seznam potřebných pomůcek, popis provedení experimentu a metodické poznámky k jejich provádění.

Gramofon – nezmar zvukové techniky

Ještě před několika lety jsme tento pokus uváděli tak, že předvedeme dnes již zastaralý způsob reprodukce zvukových nahrávek. Přestože se již téměř nepoužívá, dodávali jsme, je užitečné seznámit se s jeho principem. Dnes s překvapením pozorujeme renesanci gramofonového záznamu. Gramofony se opět vyrábí a většina nově vydávaných hudebních alb vychází, mimo jiné, i na gramofonových deskách.

Gramofon sice není nejstarším přístrojem pro záznam a reprodukci zvuku, tím byl fonograf. S tímto přístrojem se již dnes ale setkáme jenom v muzeích, proto exkurzi do historie záznamu zvuku začínáme u gramofonu.

Pomůcky: papírová rulička z tvrdšího papíru (například od toaletního papíru), „pauzák“, jehla, lepidlo na papír, univerzální lepidlo (např. značky „UHU“), nůžky. Dále budete potřebovat jakýkoli starý gramofon, kterému se točí talíř (použitelný je i takový, který se již netočí – můžete jej roztáčet ručně), stará gramofonová deska (nejlépe s nahrávkami nějakých rychlých, rytmických písniček – babiččina deska s dechovkou, nebo dědovy nahrávky vojenských pochodů jsou pro naše účely velmi vhodné).

Provedení: Na papírovou ruličku nalepte membránu z pauzovacího papíru. Vhodné je obkreslit si průřez trubičky na pauzák a přikreslit zoubky, které budou sloužit jako „nalepovací chlopně“. Po důkladném zaschnutí lepidla přilepte na membránu jehlu tak, jak je ukázáno na přiložené fotografii (obr. 1). Použijte jehlu na šití, ne špendlík. Hrot špendlíku je málo ostrý a i svým tvarem je pro náš účel nevhodný. Jeh-



Obrázek 1. Jednoduchá přenoska

la by měla svým ostrým koncem přecházet zhruba 5-10 mm přes okraj membrány.

Po dokonalém zaschnutí lepidla máte připravenou jednoduchou gramofonovou přenosku. Položte desku na gramofon, spusťte jeho otáčení a zlehka přiložte jehlu ke drážkám desky. Přenosku držte kolmo k drážkám desky, záznam je totiž nahrán „stranově“. Správné přiložení přenosky k desce vidíte na obr. 2. Reprodukovaný zvuk vás možná překvapí. Pokud je membrána dobře napnutá a jehla ostrá je zvuk překvapivě „kvalitní“. Můžete se pokusit o zesílení zvuku tím, že vyrobíte papírový kornout, který k přenosce přilepíte.



Obrázek 2. Přehrávání gramofonové desky

Jednu nevýhodu tento typ gramofonu přece jenom má. Jehla desku znatelně poškozuje, její přehrávání tedy nebudete moci opakovat příliš často.

Metodická poznámka: S trochou šikovnosti se obejdete i bez gramofonu. Desku můžete nasadit na hrot tužky. K přehrávání desky budete v tomto případě potřebovat pomocníka. Jeden z vás bude otáčet deskou, druhý přidržovat přenosku. V tomto improvizovaném případě je důležité nalézt správnou rychlost otáčení desky.

Princip magnetofonu

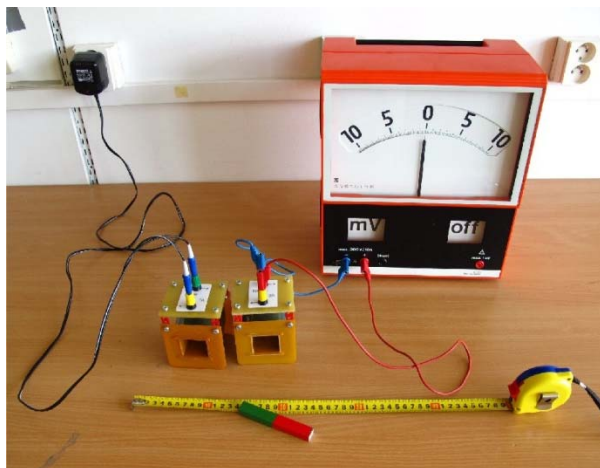
Jednoduchá gramofonová přenoska z předchozího pokusu sice nevynikala vysokou kvalitou reprodukce, přece jenom ale hrála. U magnetofonu by něco podobného bylo příliš složité, zaměříme se tedy pouze na demonstraci fyzikálního principu záznamu, reprodukce a mazání nahrávky u magnetofonu.

Na rozdíl od současné vlny zájmu o gramofony se u magnetofonu nic podobného neodehrává. Ukážeme tedy princip dnes již jen zřídka používaného přístroje. Jeho předchůdcem byl tzv. drátofon. Ten využíval k záznamu tenký drátek, na rozdíl od magnetofonového pásku. Náš pokus ukazuje stejně dobře princip drátofonu, jako magnetofonu. V porovnání s gramofonem měl magnetofon (i drátofon) jednu vlastnost navíc. Záznam bylo možné smazat a nahradit ho jinou nahrávkou.

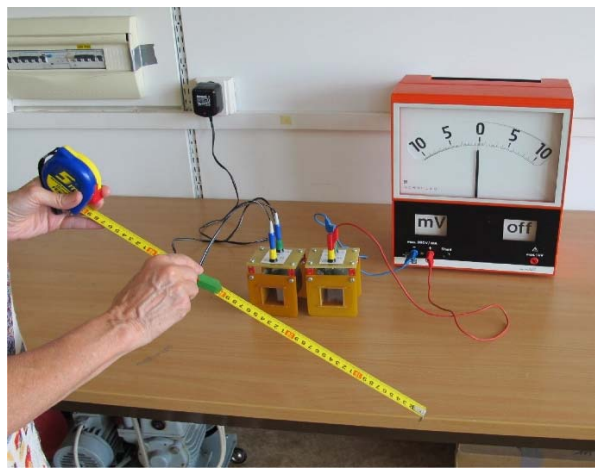
Pomůcky: cívky 600 a 1200 závitů ze soupravy rozkladného školního transformátoru, zdroj 12 V (střídavý), kovový svinovací metr, tyčový magnet, demonstrační voltmetr.

Provedení: K demonstračnímu voltmetru připojte cívku 600 z. Ta bude představovat přehrávací hlavu. Na voltmetru nastavte malý rozsah (např. 10 mV s nulou uprostřed). Druhou cívku (1200 z.) připojte ke střídavému zdroji 12 V. Tato cívka bude v našem modelu mazací hlavou. Sestava pokusu je vidět na obr. 3a. Vysuňte necelý metr dlouhý kus svinovacího metru, zasuněte ho do „mazací hlavy“ (cívky připojené ke střídavému zdroji) a několikrát protáhněte metr cívkou tam a zpět. Tím dosáhnete odstranění předchozího zmagnetování metru. Nyní provedete záznam nahrávky. Jedním pólem magnetu několikrát přejeďte značku 10 cm na metru, značku 30 cm přejeďte opačným pólem magnetu, magnet opět obraťte, přejeďte s ním značku 50 cm atd. (obr. 3b). Protahujte takto zmagnetovaný metr cívkou připojenou k voltmetru. Pozorujete výchylku ručičky v okamžicích průchodu prve

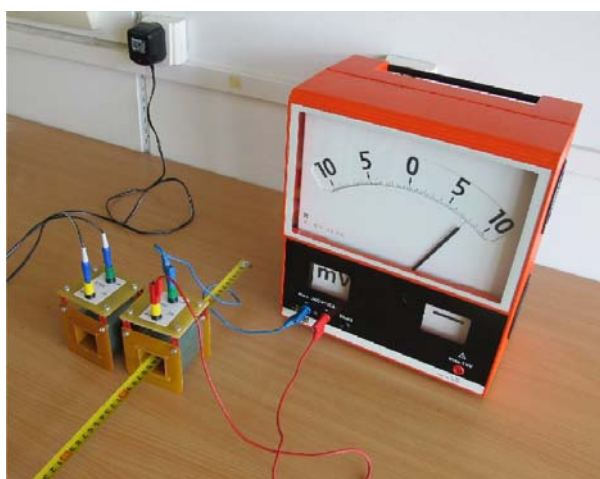
zmagnetovaných značek (obr. 3c). Tímto způsobem demonstřujete, jak lze na magnetofonový pásek zaznamenat nějaký signál a jak jej „přehrát“. Magnetofonový pásek, případně drátek drátوفonu je zde nahrazen svinovacím metrem. Chcete-li nahrávku smazat, protáhněte metr „mazací hlavou“ (obr 3d). Když budete nyní protahovat metr „přehrávací hlavou“, voltmetr žádné výchylky neukazuje.



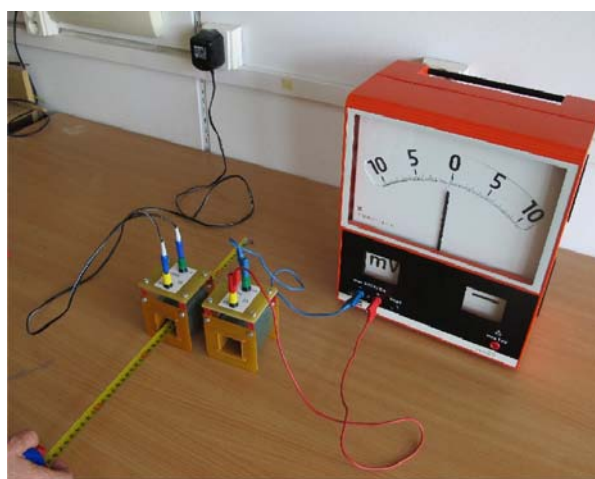
Obrázek 3a. Sestava modelu magnetofonu



Obrázek 3b. Nahrávání záznamu



Obrázek 3c. Přehrávání záznamu



Obrázek 3d. Mazání záznamu

Metodické poznámky: Magnetické „značky“ můžete samozřejmě dělat v jiných polohách, než doporučujeme. Mohou být blíže k sobě. Je ale dobré vědět, ve kterých místech jste je udělali, a upozornit žáky na to, aby sledovali výchylku voltmetru při průchodu těchto značek cívku. Je vidět, že v jednom případě se ručička vychyluje vpravo, když se značka zasouvá do cívky a vlevo, když cívku opouští, ve druhém případě, je tomu naopak. Záleží na tom, zda jsme značku dělali severním, nebo jižním pólem magnetu. Vše můžete vhodně skloubit se znalostmi, které žáci mají ohledně elektromagnetické indukce. Zároveň máte další ukázkou aplikace tohoto jevu.

Je zapotřebí vyzkoušet vhodný rozsah voltmetru. Klasický ručičkový voltmetr je lepší, než voltmetr digitální. Výchylka ručičky vlevo a vpravo je totiž mnohem názornější, než změť měnících se čísel s případným znaménkem minus.

Princip mazání magnetického záznamu můžete využít k jednoduché (i když poněkud „naivní“) představě o tom, co se odehrává ve feromagnetickém materiálu při jeho vložení do

magnetického pole. Pokud se kovového pásku metru dotýkáte jedním pólem magnetu, orientují se magnetické domény v materiálu jedním směrem podle magnetického pole přikládaného magnetu a vytváří jakýsi „lokální permanentní magnet“ uvnitř metru v tomto místě. V sousedním zmagnetovaném místě jsou domény natočeny opačně, protože jsme k metru přikládali opačný pól tyčového magnetu. Když potom prostrkujete metr cívkou, je to stejné, jako když do cívky zasouváte magnet. Dochází k indukovaní elektrického napětí mezi konci cívky. Prostrkujete-li zmagnetovaný metr cívkou se střídavým proudem, magnetické pole se velmi rychle mění a rozhazuje magnetické domény do neuspořádaného chaotického stavu. Materiál metru se potom chová jako nezmagnetovaný kus feromagnetického materiálu.

Není samozřejmě nutné používat svinovací metr. Stejně dobře poslouží např. ocelové měřítko, nebo něco podobného. Je ale užitečné, když jsou na našem „magnetofonovém pásku“ nějaké dobře identifikovatelné značky (v případě metru či měřítka měrná stupnice). Zmagnetovaná místa potom můžete lépe najít.

Kosmické zvuky

Tento pokus poslouží jako zábavná vložka při výuce akustiky. Žákům se velmi pravděpodobně bude líbit a možná budou zkoušet podobné zdroje zvuku vyrábět i doma.

Pomůcky: plechovky různých velikostí, dlouhá kovová pružina, kovová „maxipružina“ (je k sehnání např. v obchůdkách různých science center, popř. i v některých prodejnách hraček), hřebíček, kladívko.

Provedení: Do dna plechovky, přibližně uprostřed, prorazte hřebíčkem za pomoci kladiva úzký otvor o něco málo širší, než je průměr drátu použité pružiny. Konec pružiny prostrčte otvorem tak, aby pružina visela u dna plechovky (směrem ven, tedy od plechovky). Zajištění pružiny proti vypadnutí nemusíte řešit. Pokud konec pružiny zastrčíte do dna plechovky trochu více, bude pružina dobře držet i bez zajištění. Zatřepejte plechovkou s volně visící pružinou, narážejte volným koncem pružiny do podlahy, běžte s plechovkou po schodech a táhněte konec pružiny za sebou po schodišti, přejíždějte prsty po pružině... Budou se ozývat roztodivné zvuky.

Použijte dvě plechovky a spojte je maxipružinou. Ve dvojici držte každý jednu plechovku, pružinu nechte prověšenou mezi plechovkami a cvrнкеjte do ní prsty (popřípadě přejíždějte klíčem, nebo něčím podobným). Budou se ozývat „kosmické zvuky“. Uspořádání pokusu vidíte na obr. 4 a 5.



Obrázek 4. Kosmické zvuky I



Obrázek 5. Kosmické zvuky II

Jako jinou variantu těchto zdrojů zvuku můžete použít kbelík s provrtaným dnem, kterým protáhnete provázek. Budete-li držet kbelík v ruce, do prstů vezmete mokrý hadřík, stisknete provázek a budete přejíždět směrem dolů, začnou se také ozývat zajímavé zvuky. Tentokrát budou připomínat bučení krávy.

Metodické poznámky: V dobách, kdy ještě elektronika nebyla na takové úrovni, jako je tomu teď, se údajně tímto způsobem nahrávaly zvuky do sci-fi filmů. Jako dobrovolný domácí úkol mohou žáci doma vyrobit podobné zdroje zvuku, nahrát zvuky, které se jim podaří z jejich zdrojů vyloudit, a následně můžete uspořádat přehlídku kosmických zvuků.

K čemu se hodí dvě uši

Odpověď na tuto otázku je jasná. Dvě uši nám umožňují zaměřit směr, z něhož přichází zvuk. Ke každému uchu jde zvuk trochu jinou dobu a to našemu důmyslnému smyslu, kterým je sluch, stačí k tomu, abychom poznali, odkud zvuk přichází. (Žák vtípálek nejspíš odpoví, že uši máme dvě proto, abychom měli jedno náhradní, když se jedno poškodí – no... i na tom asi něco pravdy je.)

Když se zamyslíte nad tím, jak malý je rozdíl vzdáleností k vašemu levému a pravému uchu od určitého zdroje zvuku, napadne vás nejspíš otázka, jaký je minimální rozdíl těchto vzdáleností, které ještě sluch rozezná. Odpověď dá následující pokus.

Pomůcky: zahradní hadice dlouhá něco více než jeden metr, tužka nebo nějaká tyčka, lžička apod.

Provedení: Pokus budete provádět ve dvojici. Jeden z vás si vezme hadici, dá ji za svá záda a její konce přiloží k uším (obr. 6). Druhý z dvojice klepne tužkou, lžičkou apod. do hadice. Úkolem posluchače s hadicí u uší je poznat, ze které strany zvuk přišel dříve. Svůj sluchový vjem oznamuje tak, že zvedne pravý, nebo levý ukazováček na znamení toho, ze které strany zvuk přichází.

Pravděpodobně budete překvapeni tím, jak přesně je sluch schopen zaměřit, ťuknuli-li jste do hadice blíže k jednomu, nebo druhému uchu.



Obrázek 6. Z které strany zvuk přichází?

Metodická poznámka: K pokusu je vhodné připravit si více hadic a nechat ho provádět více dvojicemi žáků. Vlastní prožitek je zde mnohem cennější, než kdyby celá třída pouze pozorovala pokus prováděný jednou dvojicí žáků.

Hadice vede zvuk velmi dobře. Upozorněte proto žáky, aby tůukání do ní bylo mírné. Silný úder může být velmi nepříjemný až nebezpečný!

Závěr

Akustika je velmi hezké fyzikální téma a lze v ní dělat velké množství pokusů. V tomto článku jsme z nich uvedli malý výběr. Doufáme, že vás aspoň některý z nich zaujal, a pomůže vám ve vaší výuce.