

فیزیک صوت

(برای دانش آموزان و دانشجویان موسیقی)

• مؤلف: امیرانجیری استرکی



نشر نای وینی ناشر تخصصی موسیقی



فیزیک صوت
برای دانش‌آموزان و
دانشجویان موسیقی

تألیف: امیر انجیری استرکی

صفحه‌آرایی: نای وینی

امور رایانه: حمید جنبی یکتا
طراحی جلد و تصاویر: کاظم علی‌رضا
تویت چاپ: اول - ۱۴۰۱
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
چاپ و صحافی: برتر

سرشناسه: انجیری استرکی، امیر، ۱۳۶۱.

عنوان: فیزیک صوت برای دانش‌آموزان و
دانشجویان موسیقی

مشخصات نشر: تهران، نای وینی ۱۴۰۱

مشخصات ظاهری: ۲۱۶ ص، مصور، جدول، نمودار
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۵۳۰۹۰۰۱۰۲

وضعیت فهرست‌نویسی: فیا

موضوع: امواج صوتی، راهنمای آموزشی

موضوع: فیزیک، راهنمای آموزشی

رده‌بندی کنگره: QC۴۴۳

رده‌بندی دیویی: ۵۳۴/۰۷

شماره کتابشناسی ملی: ۸۹۸۸۴۱۴

تهران، خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران، مجتمع

تجاری فروزنده، طبقه همکف شماره ۳۰۸

فروشگاه: ۶۶۴۶۷۴۰۵ بخش: ۶۶۴۶۷۱۴۰

کتاب حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به نشر نای وینی می‌باشد.

هر گونه تکثیر و تولید (کلی و جزئی) به هر صورت

(چاپ، فتوکپی، صوتی، تصویری و الکترونیکی یا دیجیتال)

بدون مجوز کتبی ناشر، ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.

فروشگاه اینترنتی: www.nayoney.com

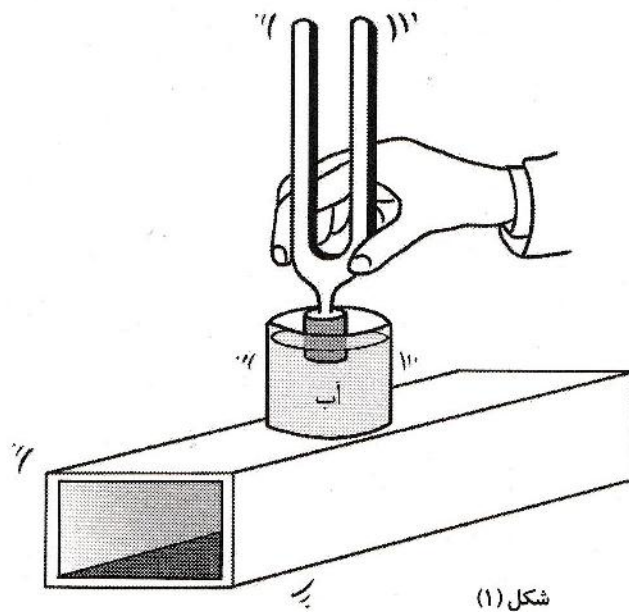
فهرست

۸	مقدمه.....
۱۱	موج.....
۱۳	موج عرضی.....
۱۵	موج طولی.....
۱۷	حرکت نوسانی و تناوبی.....
۱۸	حرکت هماهنگ ساده یا سینوسی.....
۲۰	دوره تناوب.....
۲۱	بسامد (فرکانس).....
۲۴	دامنه نوسان.....
۲۵	مکان زاویه‌ای ذره بر روی محیط دایره.....
۲۸	بسامد زاویه‌ای متوسط.....
۲۹	رسم نمودار «مکان - زمان» برای یک نوسانگر هماهنگ ساده.....
۳۰	منبع موج سینوسی.....
۳۱	طول موج.....
۳۳	سرعت انتشار موج.....
۳۵	سرعت انتشار موج عرضی در سیم سازه‌های زهی.....
۴۰	سرعت انتشار صوت در گازها.....
۴۲	رابطه سرعت انتشار با طول موج و بسامد.....
۴۹	رابطه بسامد با جرم واحد طول و نیروی کشش سیم.....
۵۲	تابع موج سینوسی.....
۵۶	بازتاب موج در طناب.....
۵۹	گستره صوتی موسیقی.....
۶۰	گستره صوتی پیانو.....
۶۱	گستره بسامدی اصوات موسیقایی در آکوستیک.....

۶۳	هارمُنیک‌های صوتی.....
۷۱	طبیعی‌ترین و خوش‌صداترین آکُرد سه‌صدایی.....
۷۲	طبیعی‌ترین و خوش‌صداترین آکُرد چهارصدایی.....
۷۴	طبیعی‌ترین و خوش‌صداترین گام.....
۷۵	اُکتاو پنهان بین باس و سُپرائُو.....
۷۷	پنجم پنهان بین باس و سُپرائُو.....
۷۹	موج ایستاده در ریسمان مرتعش (سیم سازهای زهی).....
۹۰	قرینه هارمُنیک‌ها.....
۹۴	انگشت‌گذاری بر روی سیم «د» و یُوُلُنِسِل.....
۱۰۰	فلاژله.....
۱۰۷	هارمُنیک‌های مصنوعی.....
۱۰۷	موج ایستاده در لوله سازهای بادی.....
۱۰۹	موج ایستاده در لوله استوانه‌ای باز.....
۱۱۴	موج ایستاده در لوله استوانه‌ای بسته.....
۱۲۰	موج ایستاده در لوله مخروطی بسته.....
۱۲۵	خلاصه نکات در مورد لوله‌های صوتی.....
۱۲۸	سیرن.....
۱۳۱	پلیده تشدید.....
۱۳۵	رزوناتورهای هِلِم هُولتز.....
۱۳۶	تشدید در لوله صوتی.....
۱۴۴	شدت صوت.....
۱۴۵	رابطه شدت صوت با بسامد و دامنه.....
۱۴۹	رابطه شدت صوت و فاصله از منبع صوت.....
۱۵۲	آستانه شنوایی و آستانه دردناکی.....
۱۵۴	تراز شدت صوت.....
۱۵۶	تفاوت تراز شدت دو صدا.....

گوش انسان	۱۶۰
پدیده دایر	۱۶۴
ساوار	۱۶۹
تُن مجموع و تُن تفاضل	۱۷۱
ملایمت و ناملایمت فواصل هارمونیک	۱۷۵
سیستم هُلدِری	۱۷۹
سیستم اعتدال یکسان	۱۸۳
سیستم فیثاغورث	۱۸۹
کوک کردن سیم سازهای زهی	۱۹۴
سیستم طبیعی	۱۹۷
اندام‌های گفتار	۲۰۵
منابع	۲۱۵

برای دانش‌آموزان و دانشجویان موسیقی * ۱۳



شکل (۱)

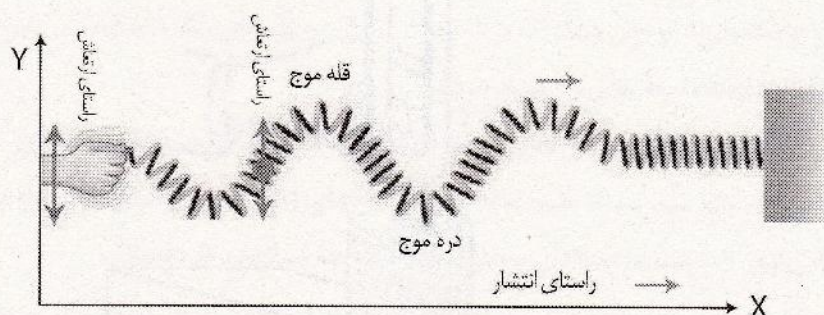
ما صدا را معمولاً از طریق هوا می‌شنویم. اما این آزمایش‌های ساده نشان می‌دهد که صدا در جامدات و مایعات هم منتشر می‌شود. صوت یک موج مکانیکی است؛ زیرا انرژی را بدون انتقال ماده جابجا می‌کند و برای انتشار نیازمند محیط مادی و کشسان است.

موج عرضی

همانطور که گفته شد؛ هنگامی که ذره‌ای در محیط کشسان به نوسان درآید؛ ذرات مجاورش را نیز به ارتعاش درمی‌آورد. اگر راستای ارتعاش ذرات عمود بر راستای انتشار موج باشد؛ موج را «عرضی» می‌گویند. شکل (۲) فتری را نشان می‌دهد که یک انتهای آن به دیوار متصل است و انتهای دیگر آن متناوباً به بالا و پایین (در راستای محور y) حرکت داده می‌شود.

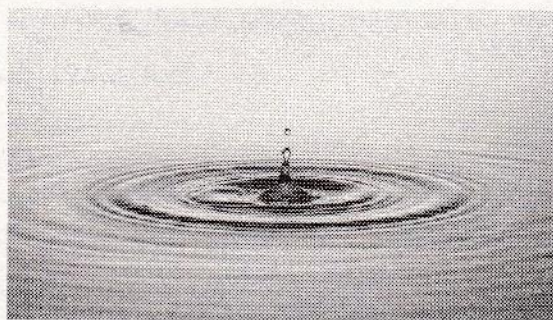
۱۴. فیزیک صوت

در اثر این حرکت، موج عرضی ایجاد می‌شود که در طول فتر (در راستای محور X) منتشر می‌شود. همانطور که مشاهده می‌شود؛ موج عرضی منجر به تشکیل قله (برآمدگی) و دره (فرورفتگی) می‌شود.



شکل (۲)

موج عرضی در جامدات و سطح مایعات به وجود می‌آید. اما درون مایعات و گازها تشکیل نمی‌شود. شکل (۳) تشکیل موج عرضی را در سطح آب نشان می‌دهد. قله‌ها و دره‌ها به صورت دایره‌های متحدالمرکز بر جسته و فرورفته‌ای دیده می‌شوند که متناوباً تشکیل می‌شوند و هرچه از مرکز ارتعاش دورتر می‌شوند بر شعاع آنها افزوده می‌شود. به هریک از این برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌ها «جبهه موج»^۱ می‌گویند.^۲



شکل (۳)

^۱ Wave front (Eng.)

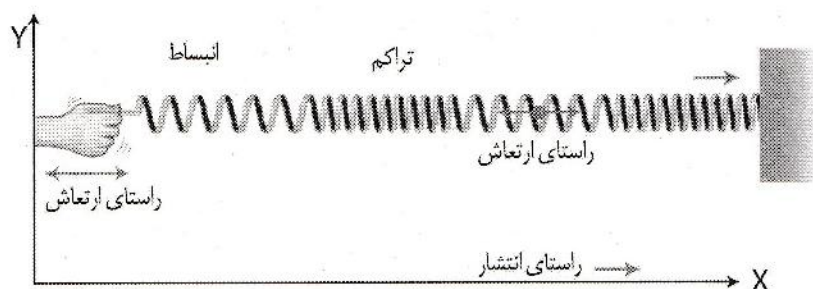
^۲ جبهه‌های موج مکان هندسی نقاطی از محیط هستند که نوسان مشابه دارند. به برآمدگی‌ها «استیج» و به فرورفتگی‌ها «پاستیج» نیز گفته می‌شود.

برای دانش آموزان و دانشجویان موسیقی « ۱۵ »

ارتعاش سیم در «سازهای زهی» منجر به انتشار موج عرضی خاصی در طول سیم می شود. این ارتعاش موجب به نوسان در آمدن مولکول های هوای اطراف و در نتیجه تولید صوت می شود. اما صوت یک موج عرضی نیست.

موج طولی

اگر ارتعاش ذرات، همراستا با انتشار موج باشد؛ موج را «طولی» می نامند. شکل (۴) فنی را نشان می دهد که یک انتهای آن به دیوار متصل شده و انتهای دیگر متناوباً به جلو و عقب (در راستای محور x) حرکت داده می شود. در اثر این حرکت، حلقه های فشرده به طور پی در پی به هم نزدیک و از هم دور می شوند. در نتیجه موج طولی ایجاد می شود که در طول فتر (در راستای محور x) منتشر می شود. موج طولی منجر به تشکیل لایه های پرفشار (متراکم) و کم فشار (انبساطی) می شود. به همین دلیل به موج طولی «موج فشاری» نیز می گویند. هر یک از لایه های متراکم و انبساطی یک جبهه موج است.



شکل (۴)

امواج طولی در گازها، جامدات و داخل مایعات تولید می شوند. ارتعاش مولکول های ستون هوا در لوله «سازهای بادی» نیز منجر به انتشار موج طولی خاصی می شود که به تشکیل صوت می انجامد.

در انتشار صوت مولکول های هوا منتقل نمی شوند؛ بلکه حول نقطه تعادل خود به نوسان در می آیند و منجر به تشکیل لایه های هوایی پرفشار و کم فشاری می شوند که در تمام جهات منبع صوت به شکل

در این کتاب که به‌طور ویژه برای دانش آموزان هنرستان موسیقی و دانشجویان این رشته تألیف شده است؛ مفاهیم مقدماتی فیزیک صوت شامل شناخت امواج مکانیکی، امواج عرضی و طولی، حرکت نوسانی و هماهنگ ساده، دوره تناوب، بسامد، دامنه نوسان، طول موج، سرعت انتشار موج و ... در سطح کتب فیزیک دبیرستان به نحوی ارائه و تشریح شده است که مفید و قابل استفاده باشد.

این کتاب با بررسی نحوه تشکیل صوت در سازهای زهی و بادی؛ بیان عوامل مؤثر در ارتفاع (زیرویمی) و شدت صوت که از ویژگی‌های فیزیولوژیک صدا هستند؛ تعریف هارمونیک‌های صوتی و بیان دلایل آکوستیکی برخی از قواعد حاکم بر تئوری موسیقی و دانش هارمونی؛ تشریح سیستم‌های مختلف کوک؛ معرفی روش‌های مختلف برای مقایسه زیرویمی دو صوت موسیقایی؛ بررسی ساختار کلی گوش انسان و نحوه عملکرد آن؛ بررسی اجمالی نحوه عملکرد اندام‌های گفتاری، ارائه تصاویر، جداول و مثال‌های متعدد و ... مطالب مفیدی را به علاقه‌مندان عرضه می‌کند.

کتاب پیش رو علاوه بر مطالب فوق، تمام مباحث مصوبه وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی را هم که در برنامه تفصیلی درس صداشناسی (آکوستیک) برای دانش آموزان هنرستان موسیقی، در تاریخ ۱۳۶۱/۸/۲ به تأیید و امضای استادان گرانقدر، آقای «مصطفی کمال پورتراب»، آقای «فرهاد فخرالدینی» و ... رسیده است؛ شامل می‌شود.



www.nayoney.com

ISBN: 978-622-5309-01-2



9 786225 309012

