



جلد سوم
از مجموعه پنج جلدی
فیزیک کارگاهی

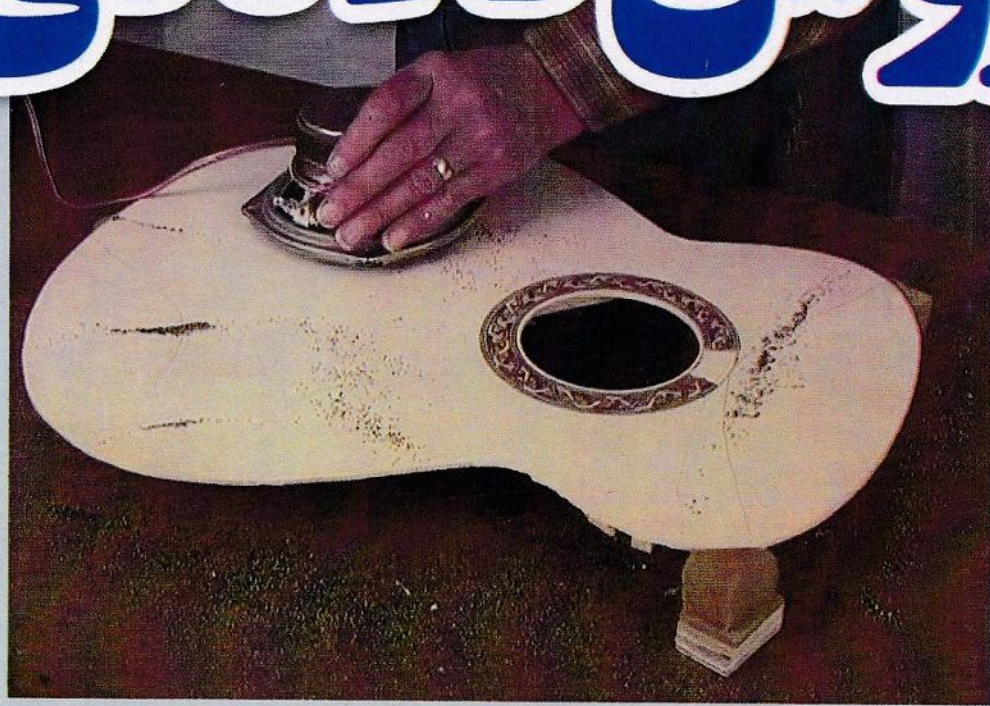


به همراه سه ساعت و نیم فیلم کارگاهی

کتاب اول

فیزیک کارگاهی جلد سوم

روش کلادنی



با عناوین:

کوک صفحات آزاد اثر آلن کاروت

رساله ای در باب آکوستیک اثر ارنست کلادنی

علم صدا اثر توماس روزینگ

گردآوری و ترجمه:

حمید کزازی

مریم علیمحمدی

علی کزازی



مرکز موسیقی پتهوون شیراز

سرشناسه: کزازی، حمید، ۱۳۴۲
عنوان و نام پدیدآورنده: فیزیک کارگاهی / ترجمه و تالیف [و گردآوری] حمید کزازی، مریم علیمحمدی، علی کزازی
مشخصات نشر: تهران، حمید کزازی، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری: ۶۲۸ صفحه، مصور
فروست: ... مجموعه پنج جلدی فیزیک کارگاهی، جلد سوم، کتاب اول
شابک ج. ۳، کتاب اول.
شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۴۸۱۵-۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فاپا
یادداشت: ج. ۳ (چاپ اول: ۱۳۹۹) (فیا)
مندرجات: ج. ۱. مسایل اساسی در سازسازی، هنر کوک ضربه، فیزیک ویلن...- ج. ۲. سیستم‌های آکوستیکی ویلن‌های استرادیواربوس و دیگر اساتید کرمونایی... ج. ۳. کتاب اول. کوک صفحات آزاد، رساله‌ای در باب آکوستیک، علم صدا.
موضوع: سازسازی
Musical instruments-Construction: موضوع
شناسه افزوده: علیمحمدی، مریم، ۱۳۴۳، مترجم
شناسه افزوده: کزازی، علی، ۱۳۷۳، مترجم
رده‌بندی کنگره:
رده‌بندی دیویی:
شماره کتاب‌شناسی ملی:



کپی و تکثیر این کتاب به هر نوع ممکن، ممنوع است. استفاده و درج قسمت‌هایی از مطالب کتاب در کتب، مقالات، نشریات،... فقط با مجوز کتبی ناشر امکان‌پذیر می‌باشد.
هرگونه تخلف پیگرد قانونی دارد

عنوان: فیزیک کارگاهی / جلد سوم / کتاب اول

ترجمه و تالیف: حمید کزازی / مریم علیمحمدی / علی کزازی

ناشر: حمید کزازی

شابک:

قطع کتاب: رحلی / صفحه ۶۲۸

نوبت چاپ: اول / ۱۴۰۰

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت به همراه سی دی: ۳۲۰۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

کوک صفحات آزاد - آلن کاروت

۲۷	..... بخش اول - کلیات فیزیک
۲۹	..... بیان اصطلاحات
۳۳	..... ارتعاش و تشدید
۴۲	..... حرکت موجی
۴۴	..... سیستم‌های رانشی چندگانه
۴۵	..... تیغه‌های آزاد
۴۷	..... آزمایش‌هایی با صفحات
۵۰	..... چوب بدست آمده از درختان
۵۵	..... تقویت کننده‌ها
۵۶	..... یادداشتی بر نام‌گذاری مدها
۵۹	..... بخش دوم - ویلن‌ها
۶۱	..... سرانجام
۶۲	..... لوازم
۶۳	..... و اما مدها
۶۷	..... و اما اعداد
۷۴	..... فراتر از کوک صفحات
۷۶	..... ضخامت‌دهی دوباره سلویی ارزان
۸۲	..... بخش سوم - گیتارها
۸۳	..... گیتار آکوستیک ۱۰۱
۹۱	..... مورد مطالعه ۱: کوک صفحات انحنادار
۹۵	..... مورد مطالعه ۲: چیزی متفاوت
۱۰۰	..... مورد مطالعه ۳: گیتار کلاسیک
۱۰۲	..... واقعیتی که می‌توانید با آن ارتباط برقرار کنید
۱۰۴	..... شبه کتاب‌شناسی
۶۳۰	..... خلاصه

رساله‌ای در باب آکوستیک - ارنست کلادنی

۱۱۱	..... یادداشتی برای ترجمه به زبان انگلیسی
۱۱۳	..... مقدمه - روبرت بیر
۱۱۹	..... پیشگفتار - ارنست کلادنی
۱۲۵	..... مبانی مقدماتی
۱۲۶	..... مباحث آکوستیک

بخش اول - نسبت‌های عددی ارتعاشات

فصل اول - نسبت‌های اولیه

۱۲۹	..... صداهای زیر و بم
۱۲۹	..... توضیح کلمات فاصله، ملودی، هارمونی و غیره
۱۳۰	..... فرکانس کامل ارتعاشات هر صدا
۱۳۲	..... تفاوت فواصل خوشایند و ناخوشایند
۱۳۲	..... هم‌آوا و اکتاو
۱۳۳	..... دیگر فواصل خوشایند
۱۳۳	..... کوردهای خوشایند
۱۳۴	..... کوردهای ناخوشایند
۱۳۵	..... گام متداول
۱۳۶	..... فواصل
۱۳۶	..... برخی فواصل دیگر
۱۳۷	..... توالی‌های دیاتونیک، کروماتیک و غیرهارمونیک
۱۳۸	..... گام صداهای مختلف
۱۳۹	..... گام مد مینور
۱۴۰	..... توضیح درباره چند کلمه
۱۴۰	..... گذر از یک کورد به کوردی دیگر
۱۴۱	..... فرکانس‌های وابسته به صداهای یک اکتاو
۱۴۱	..... چند فاصله دیگر شامل سرس‌های طبیعی اعداد

فصل دوم - نسبت‌های تغییر یافته یا تمپرامنت

۱۴۳	..... ضرورت تمپرامنت
۱۴۴	..... دوازده نت واقعی
۱۴۵	..... نتایج سیکل پنجم‌ها و چهارم‌ها
۱۴۵	..... تمپرامنت‌های مساوی و نامساوی
۱۴۵	..... ارجحیت برای تمپرامنت مساوی
۱۴۶	..... محاسبه تمپرامنت مساوی
۱۴۷	..... کاربرد عملی
۱۴۷	..... قواعد تشخیص تمپرامنت مساوی

ضمیمه بخش اول

۱۴۹ علایمی برای صداهای موجود در اکتاوهای متفاوت
-----	---

بخش دوم - ارتعاشات خاص اجسام صدادار

فصل سوم - نکات کلی

۱۵۳	..... انواع مختلف اجسام صدادار
۱۵۴	..... دربارۀ نویز و دربارۀ رنگ‌های صدا
۱۵۴	..... قواعد کلی دربارۀ ارتعاشات صوتی
۱۵۵	..... ارتعاشات باید خیلی کوچک باشند
۱۵۵	..... جهات مختلف ارتعاش
۱۵۷	..... شدت صوت

فصل چهارم - ارتعاش سیم‌ها

الف - ارتعاشات عرضی

۱۵۸	..... مدهای ارتعاش
۱۵۹	..... دربارۀ طرز ایجاد این ارتعاشات و مرئی ساختن آنها
۱۶۰	..... هم‌زیستی (coexistence) چندین ارتعاش
۱۶۱	..... دربارۀ منحنی تشکیل شده به وسیله یک سیم هنگام ارتعاشات عرضی آن
۱۶۱	..... قوانین این ارتعاشات
۱۶۲	..... نظرات نویسندگان
۱۶۲	..... موردی خاص

ب: ارتعاشات طولی سیم

- ۱۶۳ انواع مختلف ارتعاشات طولی
- ۱۶۴ حالات تولید آنها
- ۱۶۴ قوانین این ارتعاشات
- فصل پنجم - ارتعاش غشاهای کشیده شده (مثلا سازهای کوبه‌ای)
- ۱۶۵ توضیحات
- ۱۶۵ مدهای ارتعاش
- فصل ششم - ارتعاش هوا در سازهای بادی
- ۱۶۸ هوا در اینجا جسم صدادار است
- ۱۶۸ یک ضربه ساده برای تولید ارتعاش کافی است
- ۱۶۸ صدای ایجاد شده توسط جریان هوا از یک شکاف
- ۱۶۹ تقویت صدای هوا با تشدید فرکانس (رزونانس) غشا
- ۱۶۹ اصوات انسان و جانوران
- ۱۷۱ تفاوت در لوله‌های صوتی
- لوله صوتی بسته
- ۱۷۲ لوله‌های صوتی باز
- ۱۷۴ انواع لوله‌های صوتی
- ۱۷۴ تشریح شیوه‌ای که ارتعاشات ایجاد می‌شوند
- ۱۷۴ اختلاف بین بخش‌های دوتایی و ساده
- ۱۷۵ ساده‌ترین حرکت هوا در یک پایپ بسته
- ۱۷۵ ساده‌ترین حرکت هوا در یک پایپ باز
- ۱۷۵ حرکات دیگر هوا در پایپ‌های بسته و باز
- ۱۷۷ نسبت صداهای معادل با سری طبیعی اعداد
- ۱۷۷ شکل پایپ بی‌اهمیت است
- ۱۷۸ قوانین صوت
- ۱۷۹ نظر مشورتی نویسندگان
- ۱۷۹ صدای تولید شده توسط احتراق گاز هیدروژن در یک لوله
- ۱۸۱ صدای انواع مختلف شیشه

فصل هفتم - ارتعاش‌های یک میله یا یک باریکه مستقیم

الف - ارتعاشات عرضی

۱۸۳	..... موارد مختلف
	ارتعاشات یک میله، که یک یا هر دو انتهای آن تثبیت شده، نگه داشته
۱۸۴	..... شده یا آزاد هستند
۱۸۸	..... قوانین این ارتعاشات
۱۸۹	..... مشاوره نویسندگان

ب - ارتعاشات طولی

۱۹۰	..... توضیحات
۱۹۰	..... نحوه اجرای آزمایشات
۱۹۱	..... موارد مختلف
۱۹۳	..... فرکانس‌های نسبی ارتعاشات در مواد مختلف
۱۹۵	..... قوانین این ارتعاشات و مقایسه آنها با قوانین ارتعاشات عرضی

پ - ارتعاشات پیچشی یک میله

۱۹۵	..... تشریح این ارتعاشات
۱۹۶	..... روش تولید این ارتعاشات
۱۹۶	..... قوانین
۱۹۶	..... کاربرد این ارتعاشات برای صفحات

فصل هشتم - ارتعاش میله‌های خمیده

۱۹۷	..... ارتعاش در چنگال‌ها
۲۰۰	..... ارتعاش در حلقه‌ها
۲۰۱	..... ارتعاشات دیگر میله‌های منحنی

فصل نهم - ارتعاش صفحات

الف - ملاحظات

۲۰۲	..... توضیح
۲۰۲	..... روش اجرای آزمایش‌ها
۲۰۶	..... چند ویژگی کلی این ارتعاشات
۲۰۷	..... جهت خطوط گره
۲۰۷	..... اعوجاج در اشکال

۲۰۸	..... ویستگی‌های اشکال بین خودشان
۲۰۸	..... قوانین کلی فرکانس ارتعاشات
۲۰۸	..... چند درس برای کسانی که به نظریه نوسانات علاقه دارند
	ب- ارتعاشات صفحات مستطیل شکل در کل
۲۱۲	..... موارد مختلف
۲۱۳	..... ارتعاشات یک صفحه مستطیلی که دو انتهای آن آزاد است
۲۱۴	..... ارتعاشات در صفحه‌ای مستطیلی با یک انتهای ثابت و یک انتهای آزاد
۲۱۴	..... ارتعاشات صفحه مستطیلی با دو انتهای ثابت
	پ- ارتعاشات یک صفحه مربع و چند نوع صفحه مستطیل دیگر
۲۱۵	..... توضیح
۲۱۶	..... خطوط گره در یک جهت یا جهات دیگر و علایمی برای بیان آنها
۲۱۶	..... خمیدگی خطوط گره
۲۱۷	..... اختلاف اساسی هنگامی که خطوط گره به داخل یا خارج خمیده می‌شوند
۲۱۷	..... انواع ارتعاشات در صفحات مربع
۲۲۵	..... نسبت‌های اصوات
۲۲۷	..... چند نوع ارتعاش دیگر که صفحه در آنها آزاد نیست
۲۲۸	..... الگوهای مختلف هنگامی که صفحه آزاد نیست تشکیل می‌شوند
۲۲۹	..... نمادهایی برای بیان ارتعاشات در صفحات مستطیل
۲۲۹	..... حرکت از یک شکل به دیگری، هنگامی که صدا یکسان است
۲۳۰	..... اصوات در صفحات مستطیل
۲۳۵	..... خلاصه‌ی تحقیق روی ارتعاش در صفحات مستطیل
	ت- ارتعاشات یک صفحه گرد
۲۳۶	..... خطوط گره در جهات قطری و دایروی و نمادهایی برای بیان آنها
۲۳۶	..... ارتعاشاتی که در آنها فقط خطوط قطری وجود دارند
۲۳۷	..... ارتعاشاتی که یک خط دایروی را نمایش می‌دهند
۲۳۸	..... ارتعاشاتی که در آنها دو یا بیشتر خط دایروی وجود دارد
۲۴۰	..... خمیدگی در خطوط دایروی
۲۴۱	..... نسبت اصوات در یک صفحه گرد
۲۴۲	..... چند نوع ارتعاش دیگر که در آنها صفحه آزاد نیست

ث- ارتعاشات صفحات بیضوی

۲۴۳	..... نکات کلی
۲۴۴	..... حالات ایجاد انواع ارتعاشات
۲۴۵	..... گذر اشکال یک صفحه دایروی به اشکال صفحه بیضوی
۲۴۶	..... چند نسبت خاص و قابل توجه بین محورها
۲۴۶	..... ارتعاش صفحات بیضوی در نسبت‌های مختلف بین محورها
۲۴۹	..... هنگامی که نسبت بین محورها ۲ به ۱ است
۲۵۳	..... خلاصه‌ی تحقیق درباره صفحات بیضی

ج. ارتعاش صفحات شش ضلعی

۲۵۴	..... اینها کمی با صفحات گرد متفاوت هستند
۲۵۴	..... اشکال و نسبت‌های اصوات

چ. ارتعاش صفحات نیم دایره

۲۵۷	..... اشکال، نیمه‌ای از صفحات مدور هستند
۲۵۷	..... نسبت‌های اصوات
۲۵۷	..... ارتعاش صفحاتی که بخش کوچکی از یک صفحه دایره هستند

ح- ارتعاش صفحات مثلثی و دیگر صفحات

۲۵۸	..... ارتعاشات و اصوات یک صفحه مثلث متساوی‌الاضلاع
۲۵۸	..... ترکیب اشکالی که می‌توان روی صفحات دیگر ایجاد کرد

خ. ملاحظاتی درباره برخی کاربردهای خاص از صفحات

۲۵۹ درباره دو ساز چینی
-----	--------------------------

فصل دهم - ارتعاش زنگ‌ها و ظروف

۲۶۱	..... ملاحظات کلی
۲۶۱	..... روش تولید ارتعاشات و قابل رویت کردن آنها
۲۶۲	..... صوت پایه در یک زنگ
۲۶۲	..... کاربردی برای زنگ هارمونیکا
۲۶۳	..... در زنگ‌های نامنظم، صدا در هر بخش زنگ یکسان نیست
۲۶۳	..... انواع دیگر ارتعاش
۲۶۵	..... قوانین فرکانس مطلق ارتعاشات
۲۶۵	..... ارتعاش اجسام صدا دار با اشکالی که هنوز ناشناخته‌اند

فصل یازدهم - همزیستی (همزمانی) چند مد ارتعاشی در جسمی صدادار

- ۲۶۶ چندین ارتعاش می‌توانند هم زمان باشند
- ۲۶۶ همزیستی چند ارتعاش در یک سیم منفرد
- ۲۶۹ همزیستی چند ارتعاش در یک ارگان پایپ
- ۲۶۹ همزیستی چند ارتعاش در یک میله
- ۲۷۰ همزیستی چندین ارتعاش در یک چنگال یا یک حلقه
- ۲۷۰ همزیستی چندین ارتعاش در یک صفحه
- ۲۷۱ همزیستی چند ارتعاش در یک زنگ
- ۲۷۱ تحقیقات نویسندگان
- ۲۷۲ همزیستی یک صدای بم هنگامی که دو یا چند صدای زیر ایجاد می‌شوند
- ۲۷۲ ضربان‌ها در سازهای ضعیف کوچک شده همانند همزیستی هستند
- ۲۷۳ تحقیقات نویسندگان

فصل دوازدهم - درباره همزیستی ارتعاشات با دیگر انواع حرکت

- ۲۷۴ این حرکات می‌توانند همزیست شوند
- ۲۷۴ درباره همزیستی‌های بسیار رایج بین حرکت دایروی با ارتعاشات

بخش سوم - درباره انتقال ارتعاشات یا انتشار صوت

فصل سیزدهم - درباره انتشار صوت از طریق هوا و از طریق سیالات گازی دیگر

- ۲۷۹ نکات کلی درباره انتشار صوت
- ۲۷۹ هوا ناقل رایج صوت
- ۲۷۹ انتشار صوت در همه جهت از مرکز
- انتشار صوت از طریق هوا اساساً از ارتعاشات هوا در سازهای بادی
- ۲۸۰ متفاوت نیست
- ۲۸۰ هوا ارتعاشاتی کمتر یا بیشتر از جسم صدادار ایجا نمی‌کند
- ۲۸۱ امواج صوتی
- ۲۸۱ انتشار تون‌های (رنگ‌های) مختلف صدا
- ۲۸۲ صدا همچنین در امتداد انحنای مختلف منتشر می‌شود
- ۲۸۳ چندین صوت به طور همزمان می‌توانند در جرم یکسانی از هوا منتشر شوند
- ۲۸۳ یکنواختی حرکت
- ۲۸۳ سرعت صوت بر اساس نظریه پایه

۲۸۳	نتایج مشاهدات
۲۸۳	شرایطی که روی سرعت صوت تاثیر می گذارند
۲۸۴	روش های توضیح اختلاف بین مشاهده و نظریه
۲۸۵	سرعت صوت در گازهای مختلف
۲۸۶	شدت صوت منتقل شده در هوا
۲۸۸	شدت انتقال صوت در گازهای مختلف
۲۸۹	انتشار صوت از طریق بخارها
۲۹۰	فواصلی که صدا را می توان درک کرد
۲۹۰	مگافون ها (بلندگوها)
۲۹۴	ترومپت های گوشی (سمک های قدیمی مخصوص کم شنوایان)
۲۹۴	تالارهای گفتگو
۲۹۵	توضیحات کلی پژواک (اکو)
۲۹۶	موارد مختلفی که طی آنها پژواک شکل می گیرد
۲۹۹	مثال های قابل توجهی از پژواک ها
۳۰۰	درباره ساختار تالارهایی که برای صدا مطلوب هستند
۳۰۳	کارها و رساله های شامل تحقیق درباره انتشار صوت در هوا
	فصل چهاردهم - درباره انتشار صوت در مایعات و جامدات
۳۰۵	همه مواد ممکن برای انتشار صوت
۳۰۵	انتشار صوت در آب
۳۰۶	مقاومت آب، ارتعاشات جسم صدا دار را به تاخیر می اندازد
۳۰۶	سرعت صوت در مواد مایع ناشناخته است
۳۰۶	شدت صوت منتشر شده در آب و مایعات دیگر
۳۰۷	مواد جامد نیز صوت را منتشر می کنند
۳۰۸	جهت حرکات
۳۰۸	سرعت صوت در جامدات
۳۰۹	آزمایش هایی که روی این موضوع انجام شده
۳۱۰	شدت انتشار صوت در جامدات
۳۱۱	تقویت صدا توسط صفحه رزونانت (تشدید کننده)
۳۱۲	طبق نظر برخی نویسندگان ظروف شیشه ای می تواند با صدا شکسته شوند

بخش چهارم- درباره حساسیت به صدا: شنوایی انسان و جانوران

فصل پانزدهم- درباره شنوایی انسان

الف- ساختار و نقش اندام‌های شنوایی

۳۱۷	..... توضیحات
۳۱۷	..... موقعیت و بخش‌های این اندام‌ها
۳۱۷	..... گوش خارجی
۳۱۸	..... مجرای شنوایی
۳۱۸	..... حفره صماخی
۳۱۹	..... هزار تو
۳۲۰	..... عصب شنوایی
۳۲۰	..... انتقال معمول تحریکات در گوش داخلی
۳۲۰	..... انتقال تحریکات توسط بخش جامد سر
۳۲۱	..... تحریکات روی کل مارییج (لایبرنت) عمل می‌کنند
۳۲۱	..... نویسندگان پیشنهادی

ب- مبحث شنوایی

۳۲۲	..... گوش تحریک‌هایی به اندازه کافی سریع و آشفته‌گی‌هایی به اندازه کافی شدید را ضبط می‌کند
۳۲۲	..... گزارشی از حساسیت فرکانس نسبی ارتعاشات
۳۲۳	..... اختلافات بسیار اندک نسبت‌های دقیق صداها برای گوش قابل درک نیستند
۳۲۳	..... به طور معمول شکل جسم صدا دار و مد ارتعاشی آن برای شنوایی قابل تعیین نیست
۳۲۴	..... طنین (<i>timber</i>) و بیان (<i>articulation</i>) اصوات
۳۲۴	..... فاصله از یک صدا
۳۲۴	..... جهت صوت

فصل شانزدهم- شنوایی در جانوران مختلف

۳۲۶	..... نکات کلی
۳۲۶	..... اندام‌های ضرور برای شنیدن
۳۲۷	..... اندام‌های شنوایی ده‌پا، هشت‌پا و ماهی مرکب (سریایان)

- ۳۲۷ اندام شنوایی در ماهی‌ها
- ۳۲۸ اندام‌های شنوایی خزندگان
- ۳۲۸ شنوایی در پرندگان
- ۳۲۸ اندام‌های شنوایی در پستانداران
- ۳۲۹ خلاصه‌ای از اندام‌های یافت شده در جانوران مختلف
- ۳۳۰ نویسندگان توصیه شده
- ۳۳۱ ضمیمه اول- برنامه‌ی انجمن فرانسه که در آن جایزه‌ای برای نظریه ریاضی صفحات مرتعش اعطای می‌شود
- ۳۳۵ ضمیمه دوم- گزارش‌هایی درباره کلاوی سلندر و درباره تحقیقات نویسنده در آکوستیک
- ۳۳۸ گزارشی از شورای علوم ریاضی-فیزیک و شورای هنرهای زیبا
- ۳۴۸ ضمیمه سوم- الگوهای کلادنی

علم صدا - توماس روزینگ

بخش اول- صوت، ارتعاش، موج و رزونانس

- ۳۶۹ فصل اول- صوت چیست؟
- ۳۷۰ موج صوتی چیست؟
- ۳۷۱ منابع تولید صوت
- ۳۷۲ صدای خواسته و ناخواسته
- ۳۷۳ مسافت، تندی و سرعت
- ۳۷۵ نمایش نمودار حرکت
- ۳۷۸ نیرو و شتاب
- ۳۸۰ فشار
- ۳۸۲ نمایش نمودار موج صوتی
- ۳۸۳ کار و انرژی
- ۳۸۵ توان
- ۳۸۶ واحدها
- ۳۸۷ خلاصه
- ۳۸۷ آزمایش‌ها

فصل دوم - سیستم‌های مرتعش

۳۹۳	سیستم‌های ارتعاشی
۳۹۴	حرکت هارمونیک ساده
۳۹۶	انرژی و میرایی
۳۹۷	سیستم‌های ارتعاشی ساده
۳۹۹	سیستم‌های با دو یا چند وزنه
۴۰۳	سیستم‌های با چند مد ارتعاشی
۴۰۳	ارتعاشات در سازهای موسیقی
۴۰۸	ارتعاشات پیچیده: طیف ارتعاش
۴۰۹	خلاصه
۴۰۹	آزمایش‌ها

فصل سوم - امواج

۴۱۳	امواج
۴۱۴	موج چیست؟
۴۱۴	امواج پیش‌رونده
۴۱۶	امواج تکانشی، بازتاب
۴۱۹	برهم‌نهی و تداخل
۴۲۱	امواج صوتی
۴۲۳	انتشار امواج در دو یا سه بعد
۴۲۵	اثر داپلر
۴۲۷	بازتاب
۴۲۸	شکست موج
۴۲۹	پراش موج
۴۳۱	تداخل امواج
۴۳۲	خلاصه

فصل چهارم - تشدید

۴۳۵	تشدید
۴۳۶	تشدید در یک نوسانگر وزنه-فنر

۴۳۷	..... فاز ارتعاشات
۴۳۸	..... امواج ایستا روی یک سیم
۴۴۰	..... پارشیال‌ها، هارمونیک‌ها و اورتون‌ها
۴۴۱	..... لوله‌های صوتی باز و بسته
۴۴۳	..... امیدانس (مقاومت ظاهری) آکوستیکی
۴۴۴	..... رزوناتور هلمهولتز
۴۴۵	..... میله‌های آوازه‌خوان و شیشه‌های آب
۴۴۶	..... خود تحریکی
۴۴۷	..... ارتعاشات سمپاتیک: صفحات صدا
۴۴۸	..... خلاصه
۴۴۹	..... آزمایش‌ها
۴۵۵	..... فصل پنجم - شنوایی
۴۵۶	..... محدوده شنوایی
۴۵۷	..... ساختمان گوش
۴۶۴	..... پردازش سیگنال در سیستم شنوایی
۴۶۵	..... باندهای کریتیکال
۴۶۷	..... شنوایی دو عصبی و تعیین موقعیت
۴۶۹	..... سنجش احساسات: روان فیزیک (سایکوفیزیک)
۴۷۰	..... لگاریتم‌هایی در اصوات و موسیقی
۴۷۴	..... ویژگی‌های ذهنی صوت
۴۷۵	..... خلاصه
۴۷۷	..... فصل ششم - فشار، قدرت و بلندی صدا
۴۷۸	..... دسی‌بل‌ها
۴۷۹	..... تراز شدت صوت
۴۸۲	..... تراز فشار صوت
۴۸۴	..... منابع چندگانه
۴۸۶	..... تراز بلندی صدا
۴۸۸	..... بلندی صدای تون‌های خالص: سُون‌ها

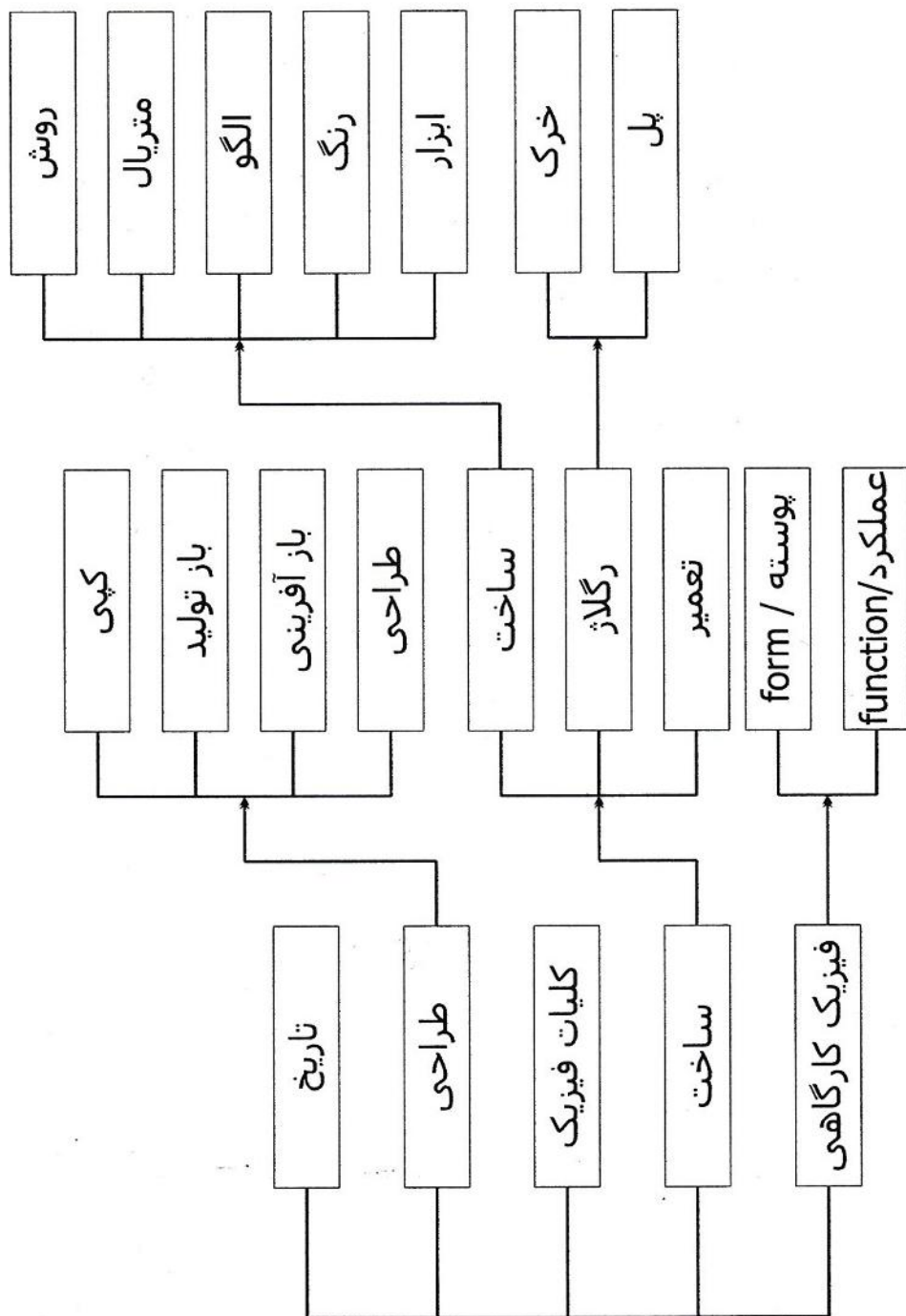
۴۸۹	..... بلندی صدای تون‌های پیچیده: باندهای بحرانی
۴۹۱	..... بلندی صدای اصوات ترکیب شده
۴۹۲	..... داینامیک و بلندی صدا در موسیقی
۴۹۴	..... ماسک‌گذاری
۴۹۶	..... کاهش بلندی صدا با ماسک‌گذاری
۴۹۷	..... بلندی صدا و طول مدت (تداوم): اصوات ناگهانی (تکانشی) و تطابق
۴۹۸	..... خلاصه
۵۰۱	..... فصل هفتم - زیروبمی (<i>pitch</i>) و طنین (<i>timbre</i>)
۵۰۲	..... مقیاس‌های زیروبمی
۵۰۳	..... تمایز زیری و بمی
۵۰۵	..... زیروبمی صداهای خالص
۵۰۸	..... زیروبمی تون‌های پیچیده: زیروبمی مجازی
۵۰۹	..... آژیر بیک و قانون اهم: نکته‌ای تاریخی
۵۱۱	..... نظریاتی درباره زیروبمی
۵۱۷	..... زیروبمی مطلق
۵۱۹	..... استانداردهای زیروبمی
۵۲۰	..... طنین و کیفیت صدا
۵۲۲	..... آنالیز فوریه برای صداهای پیچیده
۵۲۶	..... طنین و جلوه‌های پویا: پوشش و تداوم (طول مدت زمان)
۵۲۸	..... ویراتو
۵۲۹	..... آمیختن صداهای پیچیده
۵۳۱	..... خلاصه
۵۳۵	..... فصل هشتم - ترکیب صداها و هارمونی
۵۳۵	..... برهم‌نهی خطی
۵۳۷	..... زاویه فاز
۵۳۹	..... ترکیب دو حرکت هارمونیک ساده
۵۴۰	..... صداهای خالص با کمی اختلاف فرکانس: ضربان‌ها
۵۴۳	..... خطوط حامل موسیقی: کاغذ نمودار موسیقیدانان
۵۴۵	..... ترکیب صداها

۵۴۷	..... مدولاسیون یک صدا توسط صدایی دیگر
۵۴۸	..... تاثیرات برخی دیگر: هارمونیک‌های شنیداری و صداهای مجموع
۵۴۸	..... منشاء صداهای تفاضل
۵۵۰	..... خوشایند و ناخوشایند: فواصل موسیقایی
۵۵۵	..... اثر فاز بر طنین
۵۵۷	..... ضربان‌های خوشایند ناکوک
۵۵۹	..... سیستم عصبی مرکزی، خودهمبستگی و همبستگی متقابل
۵۶۰	..... غلبه مغزی
۵۶۱	..... خلاصه
۵۶۳	..... فصل نهم - گام‌های موسیقایی و اعتدال (<i>temperament</i>)
۵۶۴	..... گام (مقیاس)، کوک، اعتدال و لحن (آهنگ افت‌وخیز صدا)
۵۶۶	..... گام فیثاغورسی
۵۶۹	..... اعتدال میانگین
۵۶۹	..... گام خالص (نظام کوک خالص)
۵۷۲	..... اعتدال برابر
۵۷۵	..... کوک اعتدال برابر
۵۷۷	..... مقیاس گام‌ها
۵۷۷	..... دیگر اعتدال‌های میانگین
۵۷۹	..... لحن (<i>intonation</i>)
۵۸۰	..... خلاصه

بخش سوم - سازهای موسیقایی

۵۸۳	..... فصل دهم - سازهای زهی
۵۸۴	..... ویلن
۵۸۵	..... ساختار ویلن
۵۸۶	..... ارتعاش یک سیم با مضراب
۵۸۸	..... ارتعاش سیم با آرشه
۵۹۳	..... ارتعاشات بدنه ویلن
۵۹۵	..... کوک صفحات‌رو و زیر

۵۹۷	..... خرک
۵۹۸	..... دیگر سازهای زهی - آرشه‌ای
۵۹۹	..... موسیقی و فیزیک: خانواده جدیدی از فیدل‌ها
۶۰۰	..... ساختار گیتار
۶۰۲	..... گیتار به عنوان سیستمی مرتعش
۶۰۳	..... ارتعاشات صفحه‌رو، صفحه‌زیر و محفظه هوا
۶۰۵	..... رزونانس بدنه گیتار
۶۰۷	..... پراکنش صدا
۶۰۹	..... گیتار، سازی در حال توسعه
۶۱۱	..... گیتار الکتریک
۶۱۳	..... سیم‌ها، فرت‌ها و فاصله جبرانی
۶۱۵	..... خلاصه



بخش اول-کلیات فیزیک

من آموختن کوک صفحات آزاد ویلن‌ها و ویولاها را از کارلین هاجینز^۱ بیش از ده سال پیش آغاز کردم. برای آن دسته از کسانی که شانس آشنایی با او را نداشته‌اند باید بگویم کارلین یکی از بنیان‌گذاران و دبیر دایمی انجمن آکوستیکی کت‌گات بوده است. او دانشمندی توانا، معلمی بزرگ و سازنده‌ای ماهر و به قول خودش ویولیستی متوسط است. حدود سی سال پیش هنگام کار با فردریک ساندرز، کارلین به کشف مجدد و به روز کردن روش قدیمی کلادنی^۲ در قابل رویت کردن ارتعاش صفحات کمک کرده است. تحقیق‌های وی در استفاده از الگوهای کلادنی به عنوان پنجره‌ای به سوی تبیین تفاوت‌های بین ویلن‌های خوب و ضعیف، مدال نقره انجمن آکوستیک آمریکا را دریافت کرد.

ویلن‌سازان به طور سنتی برای هدایت خود در ضخامت‌دهی خوب صفحات زیر و رو ویلن‌ها چند کوک مختلف را از طریق "کوک‌ضربه" به کار می‌بردند. گرچه در نگاه اول این تکنیک ساده و ارگانیک به نظر می‌آید، ولی در واقع بسیار پیچیده است و انجام آن وقت زیادی می‌گیرد که هم گوش خوب و هم استعداد زیادی را می‌طلبد. فلیکس ساواریت^۳، پیش از این در قرن نوزدهم و در تحقیق‌های خود سعی کرده بود روش کلادنی را روی آکوستیک صفحات ویلن پیاده کند ولی این فناوری آن موقع وجود نداشت. اکنون ما ابزار و درک بیشتری نیز از چگونگی کارکرد سازها و همچنین کنترل بیشتری بر صدای سازها داریم.

۱) Carleen Maley Hutchins, May/24/1911 - Aug/7/2009

۲) Ernst Florens Friedrich Chladni, 1756-1827

۳) Félix Savart, 1791-1841

روش کلادنی، روشی انحصاری برای ویلن‌ها نیست. فرد دیکنز، گراهام کالدر اشمیت و گیلا ابان^۴ همگی با استفاده از مبانی آکوستیک ویلن، کارهای بزرگی در ساخت گیتار انجام داده‌اند. البته اختلافاتی وجود دارد و وقت و تلاش زیادی برای سر در آوردن از آنها لازم است ولی فیزیک، فیزیک است یا همانطور که دوستی می‌گفت ”همه اینها به یک جا یعنی: $F=ma$ ختم می‌شوند“ (نیرو مساویست با جرم ضربدر شتاب). دریافته‌ام که این تکنیک‌ها مفید هستند و به اشتراک گذاردن تکنیک‌های مفید، هدف اصلی انجمن سازسازان آمریکا است.

اکنون می‌توان برای کوک صفحات به ترتیب یک کتاب آشپزی پیش رفت: اگر-مد-شبه-این-به نظر-می‌آید-از اینجا-چوب-خارج کن. چنین کاری تلاشی خسته کننده برای نوشتن است و عده زیادی آن را ترک می‌کنند. از طرفی برای کوک صفحات یک ماندولین یا سی‌تار چه کار خواهید کرد؟ بنابر این فکر کردم که برخی مطالب فیزیک درباره حرکات صفحه را توضیح دهم و سپس نشان دهم چگونه این اصول برای سازهایی که ساخته‌ام عمل می‌کنند. اگر شما درک کردید که این اصول چگونه کار می‌کنند و چگونه در موارد دیگر به کار می‌روند، باید بتوانید ساز خود را محک بزنید و برای ارتقاء آن پیش روید.

اینطور به نظر می‌آید که برای بیشتر مردم درک ریاضیات و فیزیک سخت است. این واقعا درست نیست. می‌توان هر فرآیند فیزیکی را بدون ریاضیات توصیف کرد، فقط طولانی‌تر می‌شود. همچنین شما باید درباره زبان‌تان دقیق باشید. فیزیک سعی می‌کند واضح باشد، فقط باید معانی دقیق کلمات را درک کنیم هر چند ممکن است چنین معانی‌ای رایج و روزمره نباشند.

سعی کرده‌ام تا اصطلاحات را به بهترین وجه تعریف کنم. پس من و شما یک مرجع مشترک برای آغاز کار خواهیم داشت. اضافه بر این برای نشان دادن چگونگی کارکرد اشیاء، آزمایش‌هایی نیز انجام داده‌ام و برای جمع‌بندی در نهایت تلاش کردم تا با مثال‌هایی از سازهایی که ساخته بودم نشان دهم چگونه اینها در دنیای واقعی عمل می‌کنند. طبیعی است چون من هم سواد ریاضی‌ام بیش از اکثر شما نیست، شاید اشتباهاتی داشته باشم (هرچند دستیار فنی‌ام تایید کرده که این اشتباهات چندان جدی نیستند). به خاطر تنبلی هم سعی کردم موضوع را تا حد ممکن خلاصه کنم تا در نوشتن صرفه‌جویی شود. اگر خوانندگانی را به این دلیل از دست بدهم، متأسفم. سعی کنید با آن کنار بیایید و حوصله کنید، جواب می‌دهد.

متوجه شدم برای درک بهتر مسئله باید برعکس عمل کنم. طبیعی‌ترین روش برای آموختن موضوعی این است که در ابتدا چند تجربه و آزمون روی آن انجام دهیم. بعد از این

۴) Fred Dickens, Graham Caldersmith, and Gila Eban

توضیحات حساس تر و دقیق تر می‌شوند. ما همه کاربرد زبان را قبل از آموختن ساختار جمله آموخته‌ایم، و من کوک صفحات را قبل از آن که تفکر چندانی درباره فیزیک آنها داشته باشم، آغاز کردم. یکی از مشکلاتی که داشتم، دقیقا یافتن توضیح خوب به زبان ساده انگلیسی (و برای ما به زبان فارسی/م) برای اصطلاحاتی بود که می‌خواستم به کار برم. بنابراین یکی از انگیزه‌هایم در نوشتن این مقاله این بود که توضیحات را زودتر بیان کنم تا وقتی اصطلاحی مانند "امپدانس"^۵ را در بخش کوک صفحات^۶ به کار می‌برم، همه آن را درک کنند. احتمالا بهترین روش برای کاربرد این مقاله این است که بخش اول را به طور گذرا مطالعه کنید و آن را به عنوان مرجعی برای مباحث بعدی کنار بگذارید، ولی نگران نباشید، مسئله مهمی نیست. در آخر اجازه دهید بگویم که کلیت این مقاله کار خودم به تنهایی نیست. قبلا نام برخی افرادی که کارهای مهمی در این زمینه انجام داده‌اند را نام برده‌ام. حقیقت این است که نمی‌توانم برای هیچ چیزی جز تلاش برای نوشتن آنچه در ادامه آمده اعتبار قایل شوم. من نیز نمی‌توانستم با انبوهی از پاورقی‌ها مواجه شوم. هدف در اینجا این نبوده که مقاله دقیق و جامع باشد، بلکه فقط علاقه شما را تحریک می‌کند و مسیر درست را به شما نشان می‌دهد. اطلاعات کافی در اینجا وجود خواهد داشت.

بیان اصطلاحات

از آنجا که می‌خواهیم فیزیک حرکت صفحه را بررسی کنیم، باید مانند هر متن فیزیکی صحیح دیگر، اصطلاحات را تعریف کنیم. باور کنید خیلی خجالت‌آور است که نتوانیم یک اصطلاح رایج مانند رزونانس را تعریف کنیم با این که تمام روز با آن درگیر هستیم. همچنین عدم آشنایی با اصطلاحات، قدرت استدلال را تقلیل می‌دهد و آن را تضعیف می‌کند.

صفحه^۷، قطعه‌ایست سخت از ماده‌ای کشسان که پهنا و درازای آن از ضخامتش بیشتر باشد. این صفحه می‌تواند هر شکل (خط محیطی)، انحنا و یا ضخامتی داشته باشد و ما می‌خواهیم مقاومت در برابر فشار را در آن بررسی کنیم.

ماده کشسان^۸، ماده‌ایست که تحت اعمال نیرو تغییر حالت می‌دهد و می‌تواند انرژی را ذخیره کند و هنگامی که این نیرو حذف شود، می‌تواند انرژی ذخیره شده را آزاد کند و شکل اولیه خود را باز یابد. در واقع هیچ ماده‌ای همه انرژی‌ای را که صرف تغییر شکل آن شده، باز

۵) impedance

۶) plate-tuning

۷) A plate

۸) A elastic

پس نمی‌دهد. ماده‌ای سخت^۹ در برابر نیرویی معین به مقدار نسبتاً کمی تغییر شکل می‌دهد و در دنیای واقعی نسبت به ماده‌ای منعطف^{۱۰}، تمایل کم‌تری برای تغییر شکل دارد. انعطاف معکوس سختی است، یعنی $\frac{1}{stiffness} = compliance$. فولاد ماده‌ایست سخت و لاستیک ماده‌ایست منعطف. همانطور که در فیزیک، کاربرد واژه صلب^{۱۱} (سفت و محکم) به معنی مقاومت کامل است.

ماده پلاستیک^{۱۲} (پلاستیک یا خمیرسان در برابر الاستیک یا کشسان) هنگامی که تحت اعمال نیرو تغییر شکل می‌دهد، انرژی را از بین می‌برد و هنگامی که نیرو حذف می‌شود، به شکل اولیه خود باز نمی‌گردد. مرز بین ماده الاستیک و پلاستیک خیلی واضح نیست. بیشتر مواد کشسان تحت اعمال درجات بالای نیرو، مانند پلاستیک تغییر شکل می‌دهند و از طرفی می‌توان بیشتر مواد پلاستیک را در تغییر شکل‌های کوچک و زمان‌های کوتاه، کشسان در نظر گرفت. به طور خاص، چوب را می‌توان هنگام ارتعاش، ماده‌ای الاستیک و تحت اعمال بار مداوم توسط کشش سیم به عنوان ماده‌ای پلاستیک در نظر گرفت.

انحرافی که تحت تاثیر اعمال نیرو به صورت پایدار در ماده‌ای کشسان باقی می‌ماند، کشیدگی^{۱۳} نامیده می‌شود و آن را می‌توان به صورت فاصله یا درصد، اندازه‌گیری کرد. کشیدگی می‌تواند سه نوع باشد: کشش^{۱۴}، در جایی که عناصر ماده یا ساختار آن از یکدیگر دور رانده می‌شوند. فشردگی^{۱۵} (تراکم) هنگامی که عناصر ماده به سمت یکدیگر رانده می‌شوند، لغزش^{۱۶} هنگامی که عناصر ساختار باعث تکان‌های جانبی یکدیگر می‌شوند.

همه می‌دانیم که سیم‌های گیتار در حالت کشش هستند و بالش صندلی در حالت فشردگی. مثالی از لغزش را می‌توان هنگامی که شما پوشش رویی دفتر تلفن را به یک سمت ورق می‌زنید، مشاهده کنید. همانطور که صفحات دفتر یکدیگر را به عقب می‌لغزانند، انتهای دفتر از حالت مستطیلی به سمت حالت متوازی الاضلاع تغییر حالت می‌دهند. کشش سیم، فشردگی بالش و لغزش صفحات دفتر تلفن همه کشیدگی هستند.

فشار^{۱۷} عبارت است از مقدار نیروی اعمال شده بر واحد سطح شی.

۹) stiff

۱۰) compliant

۱۱) rigid

۱۲) plastic

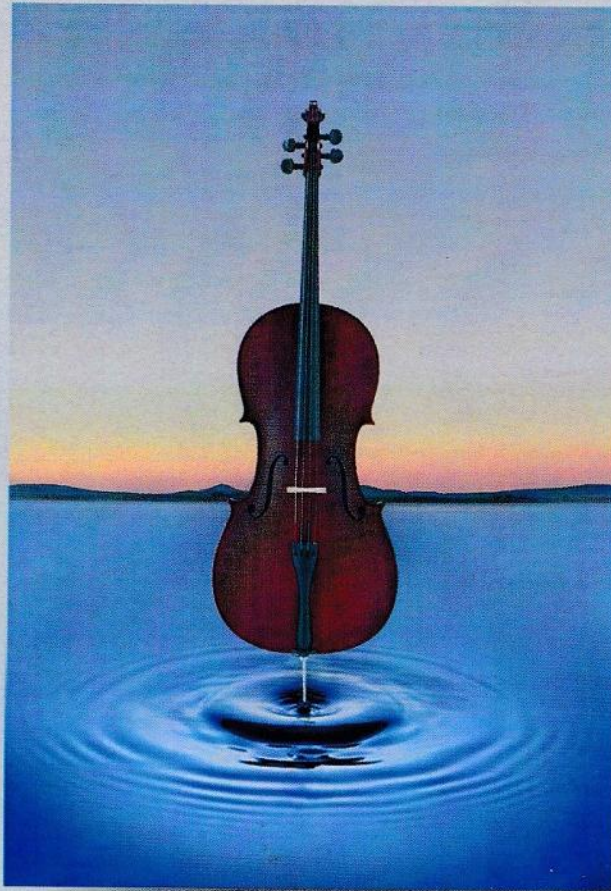
۱۳) strain

۱۴) tension

۱۵) compression

۱۶) shear

۱۷) stress



روش کلادنی یکی از روش‌های تنظیم و کوک بدنه سازهای موسیقایی در کنار دیگر روش‌ها (مانند روش کوک ضربه و یا روش ویگلدورچیک) نیست بلکه پنجره‌ایست باز، با نگاهی دقیق و علمی به محتوای آن چیزی که در سبک‌های مختلف کوک و تنظیم بدنه سازها در کارگاه‌های سازسازی در سراسر دنیا انجام گرفته و آنچه که از تاریخ به ما تحت عنوان فیزیک کارگاهی رسیده است. ما با این روش وارد فضای جدیدی از توانمندی‌هایی می‌شویم که می‌کوشد با ابزار آلات دقیق و قوانین بدست آمده از همین رشته هنری (سازسازی) تحت عنوان فیزیک و آکوستیک، بطور عملی به ساخت و تنظیم سازهای مان پردازیم.



ISBN:978-600-04-4815-8



9 786000 448158