



آموزشی

(سراسری تهرپی ۷۷)

(۴ ساکن

(۳ طولی

(۲ عرضی

(۱ عرضی و طولی

۱- نحوه‌ی انتشار امواج صوتی در هوا به چه صورت است؟

۲- کدام گزینه درباره‌ی انتشار صوت در هوا صحیح است؟

(۱) امواج صوتی به‌صورت عرضی در هوا منتشر می‌شوند.

(۲) امواج صوتی نیز مانند امواج تشکیل شده در طناب به‌صورت قله و دره منتشر می‌شوند.

(۳) در انتشار امواج صوتی، ذرات هوا همراه صوت حرکت می‌کنند.

(۴) جبهه‌های امواج صوتی به‌صورت کره‌های هم‌مرکز می‌باشند.

۳- در انتشار صوت در هوا، ذره‌های هوا در راستای انتشار به‌صورت حرکت می‌کنند.

(۱) سرعت ثابت

(۲) شتاب ثابت

(۳) شتاب متغیر

(۴) تندشونده

۴- در یک محیط همگن:

(۱) همه‌ی اصوات با یک سرعت منتشر می‌شوند.

(۲) اصوات بم با سرعت بیش‌تری منتشر می‌شوند.

(۳) اصوات زیر با سرعت بیش‌تری منتشر می‌شوند.

(۴) اصواتی که انرژی بیش‌تری دارند، با سرعت بیش‌تری منتشر می‌شود.

(سنش ریاضی ۸۱)

۵- یک موج صوتی از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شود که سرعتش در آن جا کاهش می‌یابد. در این صورت:

(۱) طول موج آن ثابت می‌ماند.

(۲) بسامد صوت ثابت می‌ماند.

(۳) طول موج آن بلندتر می‌شود.

(۴) بسامد صوت کاهش می‌یابد.

(گزینه دو ریاضی ۸۳)

۶- صوت موجی است و سرعت انتشار آن در بیش‌تر از مایع‌ها است.

(۱) طولی - جامدها

(۲) عرضی - جامدها

(۳) طولی - گازها

(۴) عرضی - گازها

۷- بالا بردن دمای یک گاز چه تاثیری در سرعت انتشار صوت در آن دارد؟

(۱) باعث افزایش سرعت انتشار صوت می‌شود.

(۲) باعث کاهش سرعت انتشار صوت می‌شود.

(۳) تاثیری در سرعت انتشار صوت ندارد.

(۴) نمی‌توان گفت.

۸- اگر طول موج صوت در یک محیط نصف شود، انرژی آن برابر می‌شود.

(۱) $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۴

۹- اگر طول موج یک صوت نصف شود، انرژی آن برابر می‌شود.

(۱) $\frac{1}{2}$

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۴

۱۰- هنگامی که در یک لوله، توسط یک بلندگو، صوتی تشکیل می‌شود، بیش‌ترین فشار هوا و بیش‌ترین چگالی هوا به‌ترتیب در تپ‌های و دیده می‌شود.

(۱) تراکم - انبساط

(۲) انبساط - تراکم

(۳) تراکم - تراکم

(۴) انبساط - انبساط

۱۱- هرچه از چشمه‌ی صوت دور‌تر شویم، چگالی هوا در یک تراکم، چه تغییری می‌کند؟

(۱) کم می‌شود.

(۲) زیاد می‌شود.

(۳) تغییری نمی‌کند.

(۴) نمی‌توان گفت.

(گزینه دو تهرپی ۸۴)

۱۲- آستانه‌ی شنوایی کدام است؟

(۱) پایین‌ترین شدت صوتی که انسان می‌تواند بشنود.

(۲) پایین‌ترین بسامدی که انسان می‌تواند بشنود.

(۳) بالاترین شدت صوتی که انسان می‌تواند بشنود.

(۴) بالاترین بسامدی که انسان می‌تواند بشنود.

۱۳- کدام گزینه صحیح است؟

(۱) انسان امواج بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را نمی‌شنود.

(۲) انسان همه‌ی امواج بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود.

(۳) انسان بعضی از امواج بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز را می‌شنود.

(۴) موج‌های فروسوت کاربرد فراوانی در پزشکی دارند.

۱۴- آستانه‌ی شنوایی:

- (۱) با کاهش بسامد زیاد می‌شود.
- (۲) با افزایش بسامد زیاد می‌شود.
- (۳) برای تمام بسامدها تقریباً یکسان است.
- (۴) در محدوده‌ی شنوایی برای بسامدهای خیلی بالا و خیلی پایین افزایش می‌یابد.

(گزینه دو ریاضی ۸۴)

۱۵- در مورد آستانه‌ی شنوایی، کدام صحیح است؟

- (۱) شدت صوتی است که هیچ‌کس کم‌تر از آن را نمی‌شنود.
- (۲) بسامدی است که کم‌تر از آن شنیده نمی‌شود و برای افراد مختلف متفاوت است.
- (۳) برای یک شنونده در بسامدهای مختلف متفاوت است.
- (۴) برای افراد مختلف در بسامد ۱۰۰۰ هرتز برابر است.

(سراسری ریاضی ۶۲)

۱۶- امواج ماوراء صوت

- (۱) برخلاف امواج صوتی در خلاء هم منتشر می‌شوند.
- (۲) فقط در مواد گازی شکل منتشر می‌شوند.
- (۳) فقط در گازها و مایعات منتشر می‌شوند.
- (۴) در هر سه حالت گاز، مایع و جامد منتشر می‌شوند.

(سراسری تهری ۶۶)

۱۷- دو صوت با بسامد متفاوت در یک نقطه تولید و در هوا منتشر می‌شوند. طول موج آن‌ها در هوا

- (۱) با هم برابر است
- (۲) متناسب با جذر بسامد آن‌هاست
- (۳) متناسب با بسامد آن‌هاست
- (۴) متناسب با عکس بسامد آن‌هاست

۱۸- امواج حاصل از یک منبع ارتعاشی در آب با سرعت 1540 m/s و در هوا با سرعت 350 m/s منتشر می‌شود. اگر طول موج این امواج در آب 11 m باشد، طول موج آن‌ها در هوا چه قدر است؟

(سراسری ریاضی ۷۶)

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|------------|
| (۱) $2/5$ | (۲) $4/4$ | (۳) 11 | (۴) $48/4$ |
|-----------|-----------|----------|------------|

۱۹- فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A و B از محیط در راستای انتشار صوت $\frac{\lambda}{4}$ است. زمانی که نقطه‌ی A در فشار بیشینه است، نقطه‌ی B در فشار است.

- | | | | |
|---------|----------|------------|-------------|
| (۱) صفر | (۲) عادی | (۳) کمی‌نه | (۴) بیشی‌نه |
|---------|----------|------------|-------------|

۲۰- فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی A و B از محیط در راستای انتشار صوت $\frac{\lambda}{4}$ است. زمانی که نقطه‌ی A در فشار بیشینه است، نقطه‌ی B در فشار است.

- | | | | |
|---------|----------|------------|-------------|
| (۱) صفر | (۲) عادی | (۳) کمی‌نه | (۴) بیشی‌نه |
|---------|----------|------------|-------------|



۲۱- کدام گزینه درست نیست؟

- (۱) سرعت صوت تنها به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار صوت وابسته است.
- (۲) صوت هم در گازها و هم در مایعات و هم در جامدات منتشر می‌شود.
- (۳) سرعت انتشار صوت در گازها بیش‌تر از جامدات است.
- (۴) سرعت انتشار صوت با دور شدن از چشمه‌ی صوت، همچنان ثابت می‌ماند.

(گزینه دو تهری ۸۴)

۲۲- در مورد سرعت انتشار صوت کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) در گازها با کاهش دما کم می‌شود.
- (۲) در گازها بیش‌تر از جامدات است.
- (۳) در اجسام با تغییر دما به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند.
- (۴) هرچه چگالی محیط بیش‌تر باشد، زیادتر است.

۲۳- اگر بسامد صوتی بین 20 Hz تا 20000 Hz باشد، یک انسان سالم آن صوت را

- | | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| (۱) حتماً می‌شنود | (۲) حتماً نمی‌شنود | (۳) ممکن است بشنود | (۴) هیچ‌کدام |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|

(گزینه دو تهری ۸۴)

۲۴- شدت آستانه‌ی شنوایی:

- (۱) برای افراد مختلف، متفاوت است و به دامنه‌ی منبع صوت بستگی دارد.
- (۲) برای افراد مختلف، متفاوت است و به بسامد صوت بستگی دارد.
- (۳) به دامنه‌ی منبع صوت و فاصله از منبع صوت بستگی دارد.
- (۴) برای گوش معمولی حدود یک وات بر متر مربع است.

۲۵- یک موج صوتی از چند محیط هم‌دما عبور می‌کند. کدام گزینه درباره‌ی طول موج آن صحیح است؟

- (۱) آب λ > اکسیژن λ > آهن λ > آب λ > اکسیژن λ (۲) آهن λ > آب λ > اکسیژن λ (۳) اکسیژن λ > آب λ > آهن λ (۴) آب λ > آهن λ > اکسیژن λ

۲۶- یک موج صوتی از چند محیط هم‌دما عبور می‌کند. کدام گزینه درباره‌ی طول موج آن صحیح است؟

- (۱) $\lambda_{N_2} > \lambda_{He} > \lambda_{O_2}$ (۲) $\lambda_{O_2} > \lambda_{N_2} > \lambda_{He}$ (۳) $\lambda_{N_2} > \lambda_{O_2} > \lambda_{He}$ (۴) $\lambda_{He} > \lambda_{N_2} > \lambda_{O_2}$

۲۷- یک موج صوتی از چند محیط هم‌دما عبور می‌کند. کدام گزینه درباره‌ی طول موج آن صحیح است؟

- (۱) آب دریا λ > آب λ > جیوه λ (۲) جیوه λ > آب λ > آب دریا λ (۳) جیوه λ > آب دریا λ > آب λ (۴) آب λ > آب دریا λ > جیوه λ

۲۸- یک موج صوتی از چند محیط هم‌دما عبور می‌کند. کدام گزینه درباره‌ی طول موج آن صحیح است؟

- (۱) سرب λ > طلا λ (۲) شیشه λ > طلا λ (۳) شیشه λ > سرب λ (۴) آهن λ > طلا λ

۲۹- اگر در یک محیط انتشار، بسامد صوت A دو برابر بسامد صوت B شود، سرعت انتشار آن چند برابر سرعت صوت B می‌شود؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۱ (۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۴) ۲ (سنشس تپیری ۸۲)

۳۰- سرعت صوت در آب تقریباً ۵ برابر سرعت آن در هوا است. وقتی صوت یک منبع با بسامد f و طول موج λ از هوا وارد آب می‌شود، بسامد و طول موج آن کدام خواهد شد؟

- (۱) $\lambda, 5f$ (۲) $\frac{\lambda}{5}, f$ (۳) $5\lambda, f$ (۴) $\lambda, \frac{f}{5}$ (گزینه دو تپیری ۸۲)

۳۱- سرعت صوت در کدام یک از مواد زیر بیش‌تر است؟

- (۱) بخار (۲) آب (۳) یخ (۴) برف (آزاد ریاضی ۶۴)

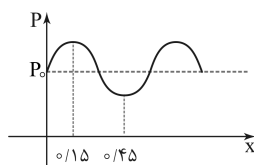
۳۲- به طور کلی هرچه دما بیش‌تر شود سرعت انتقال صوت در گازها و جامدات به ترتیب و می‌شود.

- (۱) بیش‌تر - بیش‌تر (۲) کم‌تر - کم‌تر (۳) بیش‌تر - کم‌تر (۴) کم‌تر - بیش‌تر

۳۳- در اثر انتشار صوت در محیط، ذره‌ای از محیط انتشار بین دو نقطه‌ی B و C در راستای انتشار جابه‌جا می‌شود. فاصله‌ی B تا C چه قدر

است؟ (A دامنه است.)

- (۱) $\frac{\lambda}{4}$ (۲) λ (۳) A (۴) ۲A



۳۴- یک لوله در راستای محور x قرار گرفته و صوت (با بسامد ۵۰۰ هرتز) در داخل آن منتشر می‌شود. اگر

نمودار فشار در طول محور x در یک لحظه مطابق شکل مقابل باشد، سرعت انتشار صوت در گاز چند متر بر

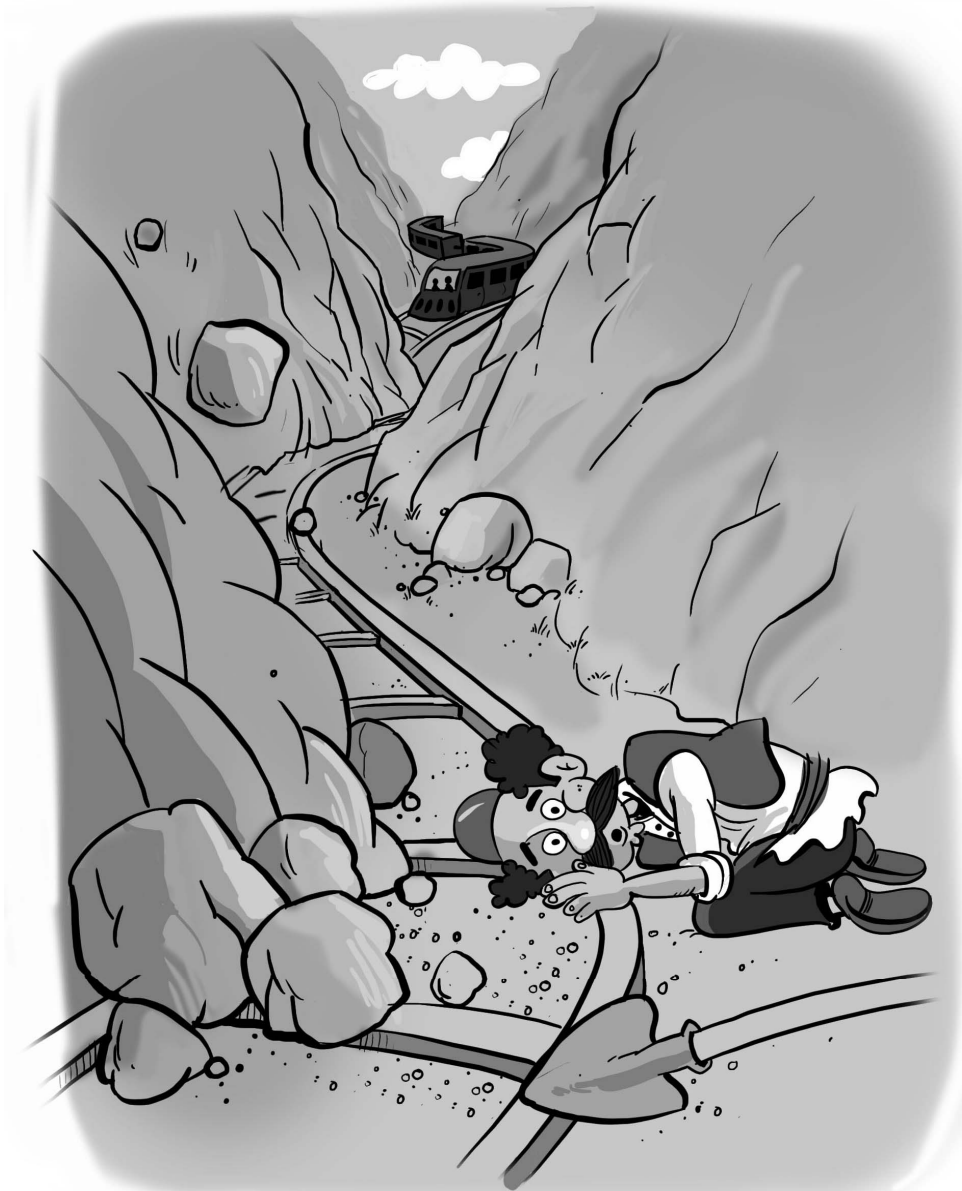
ثانیه است؟

- (۱) ۳۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۴۰۰

یادآوری

در فصل قبل با موج‌های مکانیکی آشنا شدیم (همان‌گونه که این که خودشان فصل یک، منظورم آخرین فصل کتاب پیش‌دانشگاهی یکه) اگه یادتون باشه گفتیم که:

- ◀ موج‌های مکانیکی برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند (بنابراین در فضا منتشر نمی‌شوند).
- ◀ معمولاً هرچه نیروهای بین مولکولی محیط انتشار قوی‌تر باشد، سرعت انتشار موج مکانیکی در آن بیشتر است.
- ◀ بنابراین سرعت یک موج مکانیکی به‌طور کلی در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازهاست.



یک دهقان فدراکار که می‌دوونه سرعت صوت در ریل قطار (جامدات) بیشتر از هوا (گازها) است.

- ◀ امواج مکانیکی به دو نوع طولی یا عرضی می‌توانند منتشر شوند.
- ◀ در امواج عرضی ارتعاش ذرات محیط، عمود بر راستای انتشار موج است.



- ❶ در امواج طولی راستای ارتعاش ذرات محیط، هم‌راستا با راستای انتشار موج است.
- ❷ امواج عرضی فقط در جامدات و سطح مایعات منتشر می‌شوند.
- ❸ امواج طولی در همه‌ی محیط‌های مادی می‌توانند منتشر شوند.
- ❹ سرعت انتشار موج فقط وابسته به ویژگی‌های محیط است و چشمه‌ی موج اثری روی آن ندارد.
- ❺ اگر محیط یکنواخت باشد (ویژگی‌های فیزیکی اون در همه‌جا یکی باشه)، سرعت انتشار موج نیز در همه‌جا محیط یکسان و ثابت است.

یارتون پور؟ فُبْ هالا باید بروید که:

صوت نمونه‌ای از موج مکانیکی **طولی** است. لذا فقط در محیط‌های مادی منتشر می‌شود (در فلاء هیچ صدایی منتقل نمی‌شه) و در **همه‌ی** محیط‌های مادی قابل انتشار است (پون موج طولیه) و معمولاً سرعت انتشار آن در محیط‌های چگال‌تر (فشردہ‌تر) بیشتر است. در شرایط عادی، سرعت انتشار صوت در هوا حدود 340 m/s است.



دار پی دارا

همون‌طور که گفتیم صوت موج طولیه! حواستون باشه که موج‌های عرضی اصلاً نمی‌تونن توی گازها منتشر بشن.

در فصل موج دیدیم که جبهه‌های موج تشکیل شده روی سطح آب (که یک محیط دو بعریه)، به صورت دایره‌های هم‌مرکز هستند. در هوا (که یک محیط سه بعری است)، جبهه‌های موج به صورت کره‌های هم‌مرکز خواهند بود. به متن زیر که عیناً از کتاب درسی برداشته شده توجه کنید:

اگر چشمه‌ی صوت، صوت را به‌طور یکنواخت در تمام جهت‌ها گسیل کند، صوت به صورت موج کروی در فضا منتشر می‌شود و جبهه‌های موج این امواج به صورت کره‌هایی به مرکز چشمه‌ی صوت هستند.



صوت در هوا به صورت کره پخش می‌شود.

گفتیم که صوت، یک موج طولی است و می‌دانیم که در موج طولی به‌جای قله و دره، انقباض و انبساط داریم. پس گزینه‌های (۱ و ۲) غلط هستند.

گزینه‌ی (۳) هم که تابلونه دیگه! صدبار (توی کتاب پیش I منظورمه) گفتیم که در انتشار موج، ذرات محیط انتقال پیدا نمی‌کنند و فقط در جای خود ارتعاش می‌کنند.

۳- گزینه‌ی «۳»

ذرات محیط (هوا) همانند یک نوسانگر ارتعاش می‌کنند، پس حرکت آن‌ها (که یک حرکت نوسانی)، حرکت با شتاب متغیر

محسوب می‌شود.

۴- گزینه‌ی «۱»

سرعت انتشار موج در محیط فقط وابسته به جنس محیط است. پس سرعت صوت نیز تنها به جنس محیط وابسته

است و ویژگی‌های صوت تأثیری در سرعت آن ندارد.

۵- گزینه‌ی «۲»

نکته رابطه‌ی بسامد و سرعت: هنگامی که صوت تولید می‌شود، بسامد آن، همان بسامد چشمه‌ی صوت است. هنگامی که صوت از محیط‌های مختلفی می‌گذرد سرعت آن تغییر می‌کند، اما بسامد آن ثابت می‌ماند و همواره برابر بسامد چشمه‌ی صوت است.

نکته رابطه‌ی طول موج و سرعت: طول موج متناسب با سرعت تغییر می‌کند. هرچه سرعت صوتی کمتر شود، طول موج آن نیز به همان نسبت کوتاه‌تر می‌شود و هرچه سرعت صوتی بیشتر شود، طول موج آن نیز به همان نسبت بلندتر می‌شود:

$$\uparrow \lambda = \frac{v \uparrow}{f}$$

تذکر اگر سرعت موجی k برابر شود، طول موج نیز k برابر می‌شود ولی بسامد بدون تغییر می‌ماند.

به‌طور مثال آکه سرعت صوت ۳ برابر بشه، طول موج هم ۳ برابر می‌شه:

$$\lambda_1 = \frac{v}{f}, \lambda_2 = \frac{3v}{f} \rightarrow \lambda_2 = 3\lambda_1$$

۶- گزینه‌ی «۱»

معمولاً هرچه یک محیط متراکم‌تر باشد، سرعت انتشار امواج مکانیکی (مثل صوت) در آن بیشتر است. بنابراین سرعت

انتشار صوت در جامدها بیشتر از مایع‌ها است. در مورد طولی بودن صوت هم که شک ندارید!

۷- گزینه‌ی «۱»

نکته در مایعات و جامدات:

افزایش دما سبب انبساط مایعات و جامدات می‌شود، لذا فاصله‌ی مولکول‌ها بیشتر شده و نیروهای بین مولکولی ضعیف‌تر می‌شوند. پس سرعت صوت در محیط کاهش می‌یابد.

نکته در گازها:

افزایش دما سبب افزایش برخورد مولکولی می‌شود، و این موضوع باعث می‌شود تا برخلاف مایعات و جامدات، با افزایش دما سرعت صوت در گازها، افزایش پیدا کند. رابطه‌ی دقیق بین دما و سرعت صوت در گازها را در بخش‌های بعدی خواهیم خواند. عهله‌ کلنید!

۸- گزینه‌ی «۴»

چون در صورت سوال گفته شده در یک محیط، پس محیط ثابت است و سرعت صوت ثابت می‌ماند.

طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda \propto \frac{1}{f}$ ، نصف شدن λ به معنی ۲ برابر شدن f است.

می‌دانیم انرژی موج با مجذور بسامد متناسب است. ($E \propto \omega^2 \rightarrow E \propto f^2$) پس ۲ برابر شدن f به معنی ۴ برابر شدن E است.

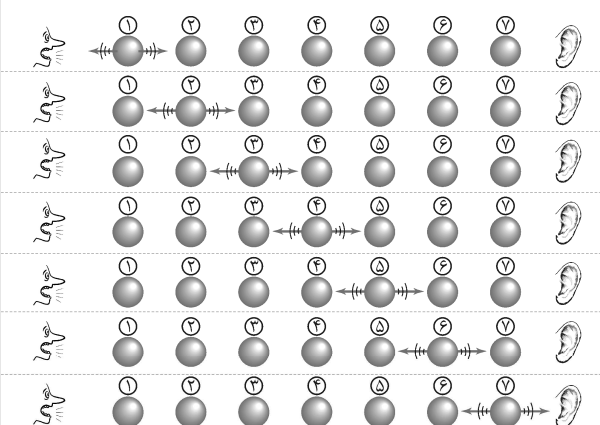
۹- گزینه‌ی «۲»

چون در صورت سوال گفته شده یک صوت، پس بسامد صوت ثابت می‌ماند. لذا انرژی آن تغییری نمی‌کند.

علت نصف شدن طول موج، قطعاً نصف شدن سرعت صوت بوده است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \text{ثابت}$$

- خب حالا وقت اینه که با ماهیت صوت و نحوه‌ی انتشار اون بیش‌تر آشنا بشیم.
- ۱ می‌دانیم که صوت یک موج طولی است. از فصل قبل یادتان هست که موج‌های طولی به جای قله و دره، انبساط و انقباض دارند. به‌طور مثال فرض کنید در شکل زیر چند حلقه‌ی ابتدای یک فنر را فشرده کرده‌ایم (پس یک انقباض ایجاد کرده‌ایم)، حلقه‌های فنر به‌خاطر خاصیت ارتجاعی خود به حالت اولیه برمی‌گردند. اما این کار باعث می‌شود که چند حلقه‌ی سمت راست آن‌ها به‌صورت فشرده در بیایند.
 - ۲ البته این حلقه‌ها هم دوباره به حالت اولیه برمی‌گردند و باعث می‌شوند که چند حلقه‌ی سمت راست آن‌ها به‌صورت فشرده دربیایند.
 - ۳ همان‌طور که از شکل مشخص است، ادامه‌ای این فرآیند باعث انتقال فشرده‌گی (انقباض) در طول فنر می‌شود. شما که از دور به این فنر نگاه می‌کنید فکر می‌کنید که یک چیزی از یک سر فنر به سر دیگر فنر در حال حرکت است. در حالی که می‌دانید که حلقه‌های فنر از یک سر فنر به سر دیگر حرکت نمی‌کنند. بلکه این حلقه‌ها سر جای خودشان هستند و فقط کمی می‌لرزند. این خاصیت فشرده‌گی حلقه‌ها است که در طول فنر انتقال پیدا می‌کند نه حلقه‌ها.
 - ۴
 - ۵



نحوه‌ی انتشار صوت در هوا هم به همین ترتیب است. هنگامی که شما حرف می‌زنید مولکول‌های هوای نزدیک دهان شما شروع به لرزیدن می‌کنند سپس این مولکول‌ها لرزش خود را به مولکول‌های بعدی انتقال می‌دهند. و آن مولکول‌ها هم این لرزش را به مولکول‌های بعد از خود انتقال می‌دهند. این داستان ادامه پیدا می‌کند تا مولکول‌های نزدیک گوش دوستان شروع به لرزش می‌کنند. لرزش این مولکول‌ها باعث لرزش پرده‌ی صماخ گوش دوستان می‌شود. پرده‌ی صماخ این لرزش را به‌صورت پیام‌های عصبی به مغز منتقل می‌کند و دوستان صدای شما را می‌شنود.

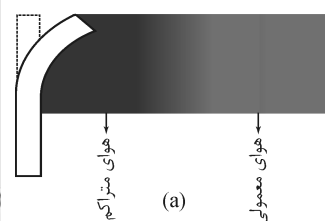
احتمالاً شما هم مثل خیلی‌های دیگر فکر می‌کردید هنگامی که حرف می‌زنید، مولکول‌های هوایی که از دهان شما خارج می‌شوند، در هوا منتقل می‌شوند تا به گوش دوستان برسند اما الان می‌دانید که مولکول‌های هوا در جای خود ثابت‌اند و فقط می‌لرزند. این لرزش در مولکول‌هاست که از یک مولکول به مولکول دیگر منتقل می‌شود. به‌طور مثال به شکل بالا توجه کنید: فرض کنید شما می‌گوئید سلام. مولکول ۱ پیغام شما را می‌شنود.

اما این‌گونه نیست که مولکول ۱ راه بیفتد و پیغام شما را به گوش دوستان برساند! مولکول ۱ پیغام شما را به مولکول ۲ می‌دهد. مولکول ۲ هم پیغام شما را به مولکول ۳ می‌دهد و به همین ترتیب پیغام شما منتقل می‌شود تا مولکول ۷ هم پیغام شما را می‌شنود. مولکول ۷ پیغام شما را به گوش دوستان منتقل می‌کند (در گوش دوستان در می‌زنه سلام!) و به این ترتیب دوستان صدای شما را می‌شنود. توجه کنید که صدای شما به‌صورت لرزش از یک مولکول به مولکول مجاورش منتقل می‌شود.



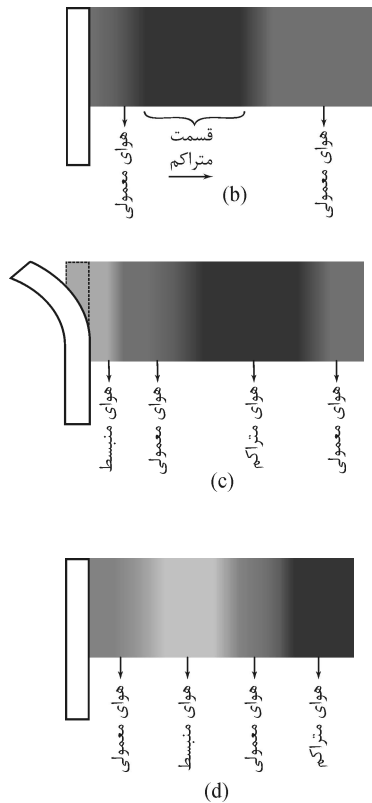
یکی از ساده‌ترین وسایل تولید صوت، دیافازون است. همان‌طور که از شکل پیداست دیافازون از دو تیغه تشکیل شده است. لرزش تیغه‌ها باعث تولید صوت می‌شود.

در این‌جا می‌خواهیم نحوه‌ی تولید صوت را در قسمت خارجی تیغه‌ی سمت راست دیافازون بررسی کنیم. نحوه‌ی تولید صوت در سمت دیگر تیغه و همچنین در دو طرف تیغه‌ی دیگر کاملاً مشابه است.



به شکل (a) توجه کنید. وقتی تیغه‌ی سمت راست، به سمت راست خم می‌شود، هوای نزدیک به خود را متراکم می‌کند. این قسمت در شکل به‌صورت پرنک مشخص شده است. قسمت کم‌رنگ‌تر هوا نشان‌دهنده‌ی هوای معمولی است. در قسمت متراکم‌شده، چگالی هوا بیش‌تر از چگالی هوای معمولی است. (تعداد مولکول‌ها در واحد حجم در قسمت متراکم بیش‌تر از هوای معمولی است). همچنین فشار هوا در قسمت متراکم بیش‌تر از

فشار هوای معمولی است. (تعداد و قدرت ضربه‌های مولکول‌ها به هم در واحد زمان در قسمت هوای متراکم بیش‌تر از هوای معمولی است)



به شکل (b) توجه کنید: هنگامی که شاخه‌ی دیافراژم به حالت عادی برمی‌گردد، هوای نزدیک به آن هم از حالت متراکم خارج شده و به حالت عادی برمی‌گردد. اما این تراکم به مولکول‌های سمت راست منتقل می‌شود. آن مولکول‌ها هم پس از زمان اندکی به حالت اول برمی‌گردند و تراکم را به مولکول‌های سمت راست خود منتقل می‌کنند. به این ترتیب این تراکم در هوا منتقل می‌شود.

به شکل (c) توجه کنید: هنگامی که شاخه‌ی سمت راست دیافراژم، به سمت چپ خم می‌شود، هوای نزدیک به خود را منبسط می‌کند.

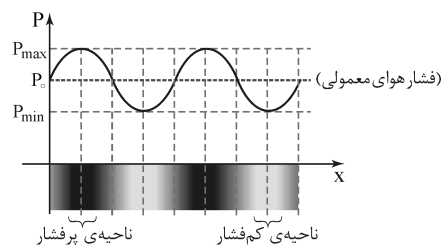
این قسمت در شکل به صورت خیلی کم‌رنگ مشخص شده است. قسمت پررنگ‌تر هوا نشان‌دهنده‌ی هوای معمولی است. در قسمت منبسط شده، چگالی هوا کم‌تر از چگالی هوای معمولی است. (تعداد مولکول‌ها در واحد حجم در قسمت منبسط کم‌تر از هوای معمولی است) همچنین فشار هوا در قسمت منبسط کم‌تر از فشار هوای معمولی است. (تعداد و قدرت ضربه‌های مولکول‌ها در واحد زمان در قسمت منبسط کم‌تر از هوای معمولی است)

به شکل (d) توجه کنید: هنگامی که شاخه‌ی دیافراژم به حالت عادی برمی‌گردد، هوای نزدیک به آن هم به حالت عادی برمی‌گردد. اما این انبساط به مولکول‌های سمت راست منتقل می‌شود. آن مولکول‌ها هم پس از زمان اندکی به حالت اولیه برمی‌گردند و انبساط را به مولکول‌های سمت راست خود منتقل می‌کنند. به این ترتیب این انبساط در هوا منتقل می‌شود.

نکته با ارتعاش شاخه‌ی دیافراژم مرتباً ناحیه‌های متراکم، معمولی و منبسط تولید شده و در هوا منتشر می‌شود این ناحیه‌ها به دنبال هم و با سرعت یکسان (پهن می‌پاشان یکسان است) از دیافراژم دور می‌شوند.

نکته به ازای هر ناحیه‌ی متراکم یک ناحیه‌ی منبسط هم تولید می‌شود و بین هر دو ناحیه‌ی متراکم و منبسط یک ناحیه‌ی معمولی وجود دارد. پس تعداد ناحیه‌های متراکم و منبسط برابر و تعداد ناحیه‌های معمولی دو برابر هر یک از آن‌هاست.

نکته یک تأکید دوباره برای آرامش قلبی من؛ مولکول‌های هوا سرچایشان می‌لرزند (البته راستای ارتعاش آن‌ها در راستای انتشار موج است یعنی موج طولی است) ولی منتقل نمی‌شوند. بلکه این خاصیت تراکم و انبساط مولکول‌هاست که در هوا منتقل می‌شود.



می‌توان نمودار فشار هوا برحسب فاصله از دیافراژم را برای هر نقطه از هوا رسم کرد.

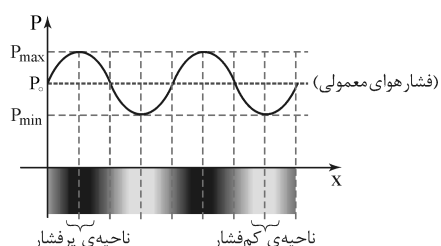
محور عمودی نشان‌دهنده‌ی فشار هوا و محور افقی نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ی نقطه‌ی موردنظر از شاخه‌ی دیافراژم است.

قله‌های نمودار دارای بیش‌ترین فشار هستند. پس قله‌ها بیانگر ناحیه‌های پرفشار هستند. دره‌های نمودار دارای کم‌ترین فشار هستند پس دره‌ها بیانگر ناحیه‌های کم‌فشار هستند.

نقاط برخورد نمودار با خط P_0 (فشار معمولی)، دارای فشار P_0 هستند. پس این نقاط بیانگر ناحیه‌های معمولی هستند.

نمودار چگالی هوا برحسب فاصله از دیافراژم برای هر نقطه از هوا هم دقیقاً شبیه نمودار قبل است. چون فشار و چگالی هوا با هم

$$\text{متناسب هستند. } (\rho = \frac{PM}{RT})$$



تذکر

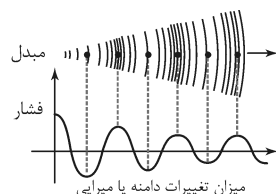
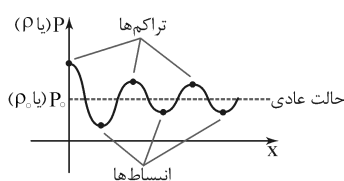
در نقاطی که فشار بیشینه می‌شود، چگالی هم بیشینه می‌شود.

در نقاطی که فشار برابر فشار هوای معمولی (P_0) است، چگالی

هم برابر چگالی هوای معمولی (ρ_0) است.

در نقاطی که فشار کمینه می‌شود، چگالی هم کمینه می‌شود.

فشار و چگالی هوا با هم متناسب هستند و با هم کم و زیاد می‌شوند و در یک تپ تراکمی هر دو بیشینه هستند.

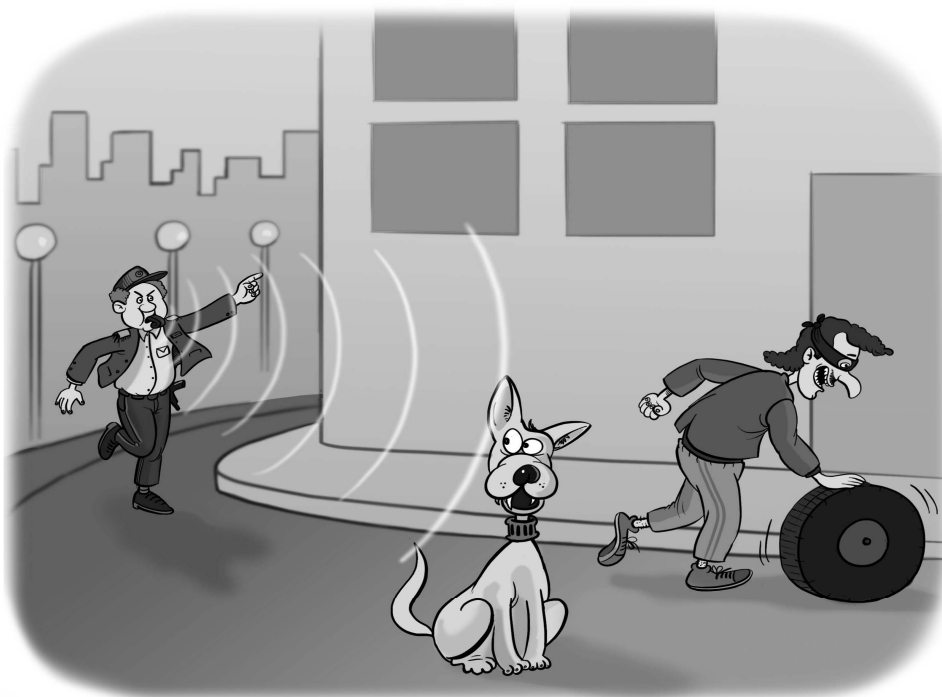


اگر یادتان باشد در بخش موج‌های دو بعدی از فصل موج گفتیم که جبهه‌های موج دوبعدی، به شکل دایره‌های هم‌مرکز هستند و هرچه از چشمه‌ی موج دورتر شویم، بزرگ‌تر می‌شوند. بنابراین انرژی به ذرات بیشتری تقسیم می‌شود. لذا حتی اگر اتلاف انرژی هم نداشته باشیم، با دور شدن از چشمه‌ی موج، دامنه‌ی نوسان کم‌تر می‌شود. در موج‌های طولی هم، به همین ترتیب است. چون جبهه‌های صوت که به صورت کره‌های هم‌مرکز هستند با دور شدن از چشمه‌ی صوت بزرگ‌تر می‌شوند، انرژی، بین ذرات بیشتری تقسیم می‌شود. پس انرژی هر ذره و لذا دامنه کم‌تر می‌شود. ($E \propto A^2$)

کم شدن دامنه به این معنی است که چگالی و فشار تراکم‌ها، کم‌تر و چگالی و فشار انبساط‌ها، بیشتر می‌شود (هر دو به حالت معمولی نزدیک‌تر می‌شوند).

تق تق! دینگ دینگ! جیک جیک! میومیو! هاپ‌هاپ! قام‌قام! تیک‌تاک!

هر روزه دور و بر ما صداهای مختلفی تولید می‌شوند. اما آیا ما همه‌ی این صداها را می‌شنویم؟ قطعاً نه! می‌خواهیم بررسی کنیم ببینیم که یک صدا باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد تا یک انسان سالم بتواند آن را بشنود. ۱ یک سوت‌هایی هست که صدای آن را انسان نمی‌تواند بشنود ولی سگ می‌تواند بشنود. می‌توانید سگتان را به صدای این سوت شرطی کنید تا زمانی که سوت را به صدا درمی‌آورید سگتان بیاید پیش شما!



سگ‌ها می‌توانند بسامدهایی را بشنوند که انسان نمی‌تواند!

چرا صدای این سوت را سگ‌ها می‌شنوند ولی انسان نمی‌شنود؟ ممکن است پیش خود فکر کنید خُب حتماً صدای سوت اونقدر آرومه که آدم نمی‌تونه بشنوه ولی سگ چون گوش‌هاش تیزتره می‌تونه بشنوه. اما اشتباه می‌کنید، داستان چیز دیگری است.

❶ یک انسان سالم فقط صداهایی را می‌شنود که بسامد آن‌ها بین 20 Hz تا 20 kHz باشد.

اما محدوده‌ی بسامدهایی که یک سگ می‌شنود بین 15 Hz تا 50 kHz است. پس اگر بسامد صدای یک سوت مثلاً 30 kHz باشد، انسان آن‌را نمی‌شنود ولی سگ می‌تواند بشنود.

❷ اصواتی که بسامد آن‌ها کم‌تر از 20 Hz است را **فروصوت** می‌گویند.

❸ اصواتی که بسامد آن‌ها بیش‌تر از 20 kHz است را **فراصوت** می‌نامند.

از امواج فراصوت می‌توان استفاده‌های متفاوتی کرد. به طور مثال در سونوگرافی امواج فراصوت را به درون شکم مادر می‌فرستند و از روی نحوه‌ی بازتاب این امواج، شکل جنین مشخص می‌شود.

و یا مثلاً برای یافتن عمق آب در قسمتی از یک دریا، امواج فراصوت را به کف آب می‌فرستند و از روی زمان بازتاب این امواج، شکل و عمق کف دریا شناخته می‌شود.



عکس به‌دست آمده از یک جنین در شکم مادر توسط امواج فراصوت (سونوگرافی)

❹ به سؤال! گفتیم که انسان فقط صداهایی را می‌شنود که بسامدشان بین 20 Hz تا 20 kHz باشد. اما آیا همه‌ی این صداها را می‌شنود؟ مثلاً اگر یک فرد ژاپنی با همسرش صحبت کند (در توکیو!) شما صدایش را (در تهران!) می‌شنوید؟ توجه کنید که بسامد صدای فرد ژاپنی بین 20 Hz تا 20 kHz است چون همسرش به‌راحتی صدای او را می‌شنود. ممکن است پیش خود فکر کنید: «خب فاصله‌ی این‌جا از ژاپن این‌قدر زیاده که صدا اصلاً تا این‌جا نمی‌رسه که من بتونم بشنوم» تقریباً درست است. علمی‌ترش این است که بگوئیم: با دور شدن از منبع صوت، شدت صوت کم می‌شود. (برای همین است که هر چه از یک بلندگو دور‌تر می‌شویم صدا ۳/۲ تر شنیده می‌شود.) پس شدت صوت معیاری برای بلندی یا کوتاهی صداست. در این‌جا نمی‌خواهیم زیاد درباره‌ی شدت صوت حرف بزنیم، فقط بدانید که واحد شدت صوت در SI، W/m^2 است. بعداً مفصلاً به بررسی شدت صوت خواهیم پرداخت.

❺ یک انسان سالم معمولاً صداهایی را به‌راحتی می‌شنود که شدت صوت آن‌ها بین 10^{-12} W/m^2 و 1 W/m^2 باشد. البته محدوده‌ی شدت صوت‌هایی که موجودات دیگر به‌راحتی می‌شنوند با انسان متفاوت است. مثلاً وقتی یک دزد به آرامی در حیاط خانه‌ی شما راه می‌رود، شدت صوت مربوط به صدای پای او کم‌تر از 10^{-12} W/m^2 است. برای همین صدای پای او را نمی‌شنوید. اما سگ‌تان ممکن است بتواند این صدا را بشنود و متوجه حضور یک غریبه در حیاط شود.

❻ **تذکر** یک موضوع مهم این‌جا هست که می‌خواهیم درباره‌ی آن صحبت کنیم. اگر شدت صوت از 10^{-12} W/m^2 کم‌تر باشد چه می‌شود؟ آن‌را نمی‌شنویم. اما اگر از 1 W/m^2 بیش‌تر شود چه؟ آن‌را می‌شنویم اما گوش‌هایمان درد می‌گیرد. اگر باز هم شدت صوت بیش‌تر شود ممکن است پرده‌ی گوش‌هایمان پاره شود. برای همین است که گفتیم یک انسان سالم صداهایی که شدت صوت آن‌ها بین 10^{-12} W/m^2 و 1 W/m^2 است به‌راحتی می‌شنود.

❼ کم‌ترین شدت صوتی را که می‌توانیم بشنویم **آستانه‌ی شنوایی** می‌نامیم.

❽ بیش‌ترین شدت صوتی که می‌توانیم بشنویم بدون آن‌که گوشمان درد بگیرد را **آستانه دردناکی** می‌نامیم.

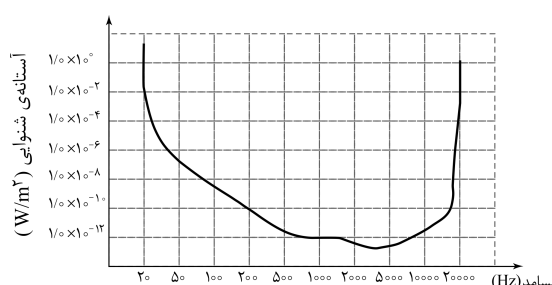
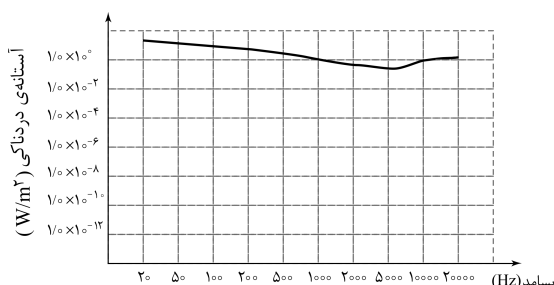
❹ **آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی چه مقادیری هستند؟**

«حتماً پیش خود فکر می‌کنید: خُب معلومه دیگه. خودتون نوشتید! آستانه‌ی شنوایی 10^{-12} W/m^2 و آستانه‌ی دردناکی 1 W/m^2 است!» اما اشتباه می‌کنید.

آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی مقادیر ثابتی نیستند. بلکه وابسته به بسامد صوت هستند. به عبارت دیگر باید بسامد صوت را بدانیم تا بتوانیم آستانه‌ی شنوایی و دردناکی را اعلام کنیم. اما برای صوت‌های معمولی (که بسامدی حدود 1000 Hz دارند) آستانه‌ی شنوایی 10^{-12} W/m^2 و آستانه‌ی دردناکی 1 W/m^2 است.



برای همین است که می‌گوییم انسان معمولاً صوت‌هایی را به راحتی می‌شنود که شدتشان بین 10^{-12} W/m^2 و 1 W/m^2 باشد. به همین ترتیب طبق نمودار مشخص است که برای صوت‌هایی با بسامد 200 Hz آستانه‌ی شنوایی و دردناکی به ترتیب 10^{-10} و 10^{-1} وات بر مترمربع هستند. بنابراین مشخص کردن مقادیر این آستانه‌ها به بسامد صوت وابسته است. به طور کلی نمودارهای آستانه‌ی شنوایی و آستانه‌ی دردناکی برحسب بسامد به صورت زیر هستند:

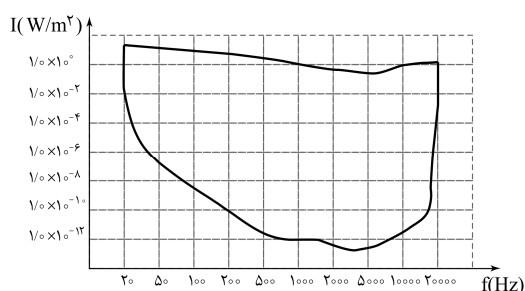


► برای این که یک صدا به راحتی شنیده شود لازم است شدت صوت آن کم‌تر از آستانه‌ی دردناکی باشد. پس نقطه‌ی مربوط به صوت باید زیر نمودار آستانه‌ی دردناکی باشد.

► برای این که یک صدا به راحتی شنیده شود، لازم است شدت صوت آن بیش‌تر از آستانه‌ی شنوایی باشد. پس نقطه‌ی مربوط به صوت باید بالای نمودار آستانه‌ی شنوایی باشد.

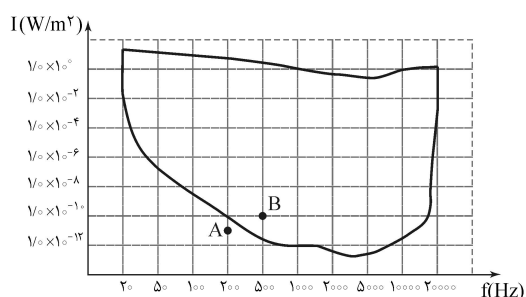
از دو موضوع فوق نتیجه می‌گیریم که شرط لازم و کافی برای این که یک صوت به راحتی شنیده شود این است که نقطه‌ی مربوط به صوت زیر نمودار آستانه‌ی دردناکی و بالای نمودار آستانه‌ی شنوایی باشد یعنی نقطه‌ی موردنظر باید بین دو نمودار (درون سطح بسته) باشد.

اگر این دو نمودار را در یک دستگاه رسم کنیم، داریم:



هر صدا دارای یک بسامد و یک شدت صوت مخصوص به خود است. پس به صورت یک نقطه در نمودار مشخص می‌شود. مثلاً فرض کنید صدای A دارای بسامد 200 Hz و شدت صوت 10^{-11} W/m^2 است. این صوت را در نمودار به صورت نقطه‌ی A مشخص کرده‌ایم. صدای B دارای بسامد 500 Hz و شدت صوت 10^{-10} W/m^2 است. این صوت را نیز به صورت نقطه‌ی B در نمودار مشخص کرده‌ایم.

یک سؤال: فرض کنید بسامد صوتی بین 20 Hz تا 20 kHz باشد. آیا یک انسان سالم حتماً آن را می‌شنود؟ نه! زیرا ممکن است شدت صوت در محدوده‌ی 10^{-12} W/m^2 تا 1 W/m^2 نباشد.

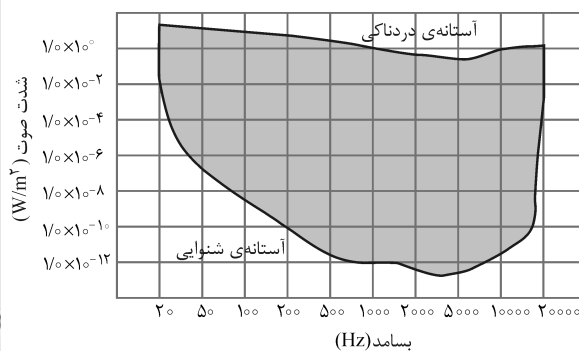


باز هم یک سؤال! فرض کنید بسامد صوتی بین 20 Hz تا 20 kHz است. همچنین شدت صوت آن بین 10^{-12} W/m^2 تا 1 W/m^2 است. آیا یک انسان سالم حتماً آن را می‌شنود؟ باز هم نه مثلاً صوت A که آن را در نمودار روبه‌رو مشخص کردیم، هم بسامدش بین 20 Hz و 20 kHz است و هم شدت صوتش بین 10^{-12} W/m^2 و 1 W/m^2 است. اما اگر دقت کنید شدت این صوت کم‌تر از آستانه‌ی شنوایی در آن بسامد است، پس شنیده نمی‌شود.

یک سؤال دیگر! پس چگونه می‌توان فهمید که آیا یک صوت شنیده می‌شود یا نه! کافی است نقطه‌ی مربوط به صوت را در نمودار مشخص کنیم. اگر نقطه‌ی موردنظر درون شکل بسته باشد آن صوت به راحتی شنیده می‌شود. به طور مثال صوت B که در نمودار فوق آن را به صورت نقطه‌ی B مشخص کردیم به راحتی قابل شنیدن است.

خلاصه‌ی موارد گفته شده:

- ۱) انسان فقط صوتی را می‌شنود که بسامدشان بین 20 Hz تا 20 kHz باشد.
- ۲) اصوات با بسامد کمتر از 20 Hz را فروصوت و اصوات با بسامد بیش‌تر از 20 kHz را فراصوت می‌نامیم. امواج فراصوت در پزشکی و صنعت کاربرد فراوان دارند.
- ۳) انسان معمولاً صوتی را به‌راحتی می‌شنود که شدت صوتشان بین 10^{-12} W/m^2 و 1 W/m^2 است.
- ۴) کم‌ترین شدت صوتی که یک انسان سالم می‌تواند بشنود را آستانه‌ی شنوایی می‌نامیم.
- ۵) بیش‌ترین شدت صوتی که یک انسان سالم می‌تواند بشنود بدون آن‌که گوش او درد بگیرد را آستانه‌ی دردناکی می‌نامیم. توجه کنید که اصواتی که شدت صوتشان کمی بیش‌تر از آستانه‌ی دردناکی باشد، شنیده می‌شوند ولی باعث دردگرفتن گوش شنونده می‌شوند. اگر شدت صوت خیلی بیش‌تر از آستانه‌ی دردناکی باشد ممکن است باعث پاره شدن پرده‌ی گوش شود.
- ۶) آستانه‌ی شنوایی و دردناکی مقادیر ثابتی نیستند و وابسته به بسامد صوت هستند. (البته برای افراد مختلف این مقادیر کمی متفاوت هستند).



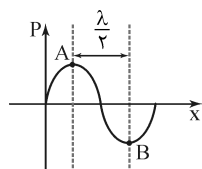
- ۷) اکثر صوت‌هایی که در اطراف ما هستند بسامدی حدود 1000 Hz دارند. در این بسامد آستانه‌ی شنوایی 10^{-12} W/m^2 و آستانه‌ی دردناکی 1 W/m^2 است.
- ۸) نمودار آستانه‌ی شنوایی و دردناکی برحسب بسامد به‌صورت نمودار روبرو است:
- مرز بالایی نمودار بیانگر آستانه‌ی دردناکی و مرز پایینی نمودار بیانگر آستانه‌ی شنوایی است. سطح درون نمودار بیانگر صوتی است که توسط انسان شنیده می‌شود.

- ۱۳- گزینه‌ی «۳» انسان سالم همه‌ی اصوات با بسامدهای بین 20 تا 20000 هرتز را می‌شنود به شرط آن‌که شدت صوت آن‌ها بیش‌تر از آستانه‌ی شنوایی باشد. به عنوان مثال انسان یک صوت با بسامد 50 Hz و شدت 10^{-10} W/m^2 را نمی‌شنود. (طبق نمودار)
- در مورد گزینه‌ی (۴) هم دقت کنید که موج‌های فراصوت در پزشکی کاربرد فراوانی دارند نه موج‌های فروصوت.
- ۱۴- گزینه‌ی «۴» کافیتست نگاهی دقیق‌تر به نمودار شدت صوت برحسب بسامد ببیند.
- ۱۵- گزینه‌ی «۳» توجه کنید که آستانه‌ی شنوایی وابسته به بسامد است و برای افراد مختلف ممکن است کمی متفاوت باشد. پس اگر آستانه‌ی شنوایی در یک بسامد، مقدار خاصی عنوان شد، به این معنی است که اکثر مردم شدت صوت کمتر از آن را نمی‌شنوند نه اینکه هیچ کس نمی‌تواند بشنود. پس گزینه‌های (۱) و (۴) قطعاً غلط هستند و اما گزینه‌ی (۲)، آستانه‌ی شنوایی کم‌ترین شدت صوتی است که شنیده می‌شود نه کم‌ترین بسامد.
- ۱۶- گزینه‌ی «۴» امواج ماوراء صوت (فراصوت) نیز مثل امواج صوتی طولی هستند در همه‌ی محیط‌های مادی منتشر می‌شوند.
- ۱۷- گزینه‌ی «۴» هردو صوت در یک محیط منتشر می‌شوند، پس سرعت انتشار آن‌ها یکسان است.

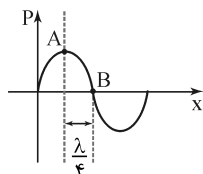
$$v = \lambda f, v_1 = v_2 \rightarrow \lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2 \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

- ۱۸- گزینه‌ی «۱» بسامد دو موج یکسان است چون هر دوی آن‌ها از یک چشمه منتشر شده‌اند.

$$f_1 = f_2 \rightarrow \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \rightarrow \frac{1540}{11} = \frac{350}{\lambda_2} \rightarrow \lambda_2 = \frac{350 \times 11}{1540} = \frac{385}{154} = 2.5 \text{ m}$$



- ۱۹- گزینه‌ی «۳» فاصله بین دو نقطه $\frac{\lambda}{4}$ است پس اختلاف فاز آن‌ها π است. بنابراین اگر یک نقطه در فشار بیشینه باشد، نقطه‌ی دیگر در فشار کمینه است.



۲۰- گزینه‌ی «۲» فاصله‌ی بین دو نقطه $\frac{\lambda}{4}$ است پس اختلاف فاز آن‌ها $\frac{\pi}{4}$ است. بنابراین اگر یکی در فشار بیشینه باشد، دیگری دارای فشار عادی است. (توجه کنیم که نقطه‌ی B دارای فشار عادی است نه صفر!)

۲۱- گزینه‌ی «۳» گزینه‌های (۱ و ۲ و ۳) که نیازی به توضیح ندارند. در مورد گزینه‌ی (۴) هم باید بگوییم که سرعت انتشار صوت در محیط

ثابت است. چه در نزدیکی چشمه و چه در فواصل دورتر و این دامنه‌ی موج صوتی است که با دور شدن از منبع کاهش می‌یابد.

۲۲- گزینه‌ی «۱» گزینه‌ی (۲) که مسلماً غلط است. در رد گزینه‌ی (۳) باید بگوییم که تغییر دما باعث تغییر اندکی در سرعت صوت می‌شود. حتی اگر توجه کرده باشید در جدولی که کتاب درسی، در آن سرعت صوت را برای مواد مختلف آورده (جدول ۱-۱)، سرعت صوت در جامدها را مستقل از دما فرض کرده است. برای رد گزینه‌ی (۴) هم باید به همان جدول توجه کرد.

نکته در کتاب درسی آمده است که معمولاً هرچه محیط متراکم‌تر باشد، سرعت انتشار صوت در آن بیشتر است. در جدول مذکور مشاهده می‌کنیم که سرعت انتشار صوت در جیوه کمتر از آب است و یا در سرب کمتر از شیشه است. در حالی که چگالی جیوه از آب و چگالی سرب از شیشه بیشتر است.

نکته نمی‌توان از این جمله‌ی کتاب درسی برداشت کرد که هرچه چگالی محیط بیشتر باشد، سرعت صوت بیشتر است.

۲۳- گزینه‌ی «۳» برای شنیده شدن یک صوت، غیر از بسامد، شدت آن هم مهم است.

۲۴- گزینه‌ی «۲»

۲۵- گزینه‌ی «۳» هنگامی که صوت از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود، بسامدش ثابت می‌ماند ولی طول موجش تغییر می‌کند.

نکته هر چه سرعت صوت در یک محیط بیش‌تر باشد، طول موجش نیز بلندتر است. پس در این گونه مسائل برای مقایسه‌ی λ ها باید سرعت را مقایسه کنیم. اکسیژن $v > v_{\text{آب}} > v_{\text{آهن}}$ پس اکسیژن $\lambda > \lambda_{\text{آب}} > \lambda_{\text{آهن}}$. در بررسی علت اکسیژن $v > v_{\text{آب}} > v_{\text{آهن}}$ باید بگوییم متراکم‌تر از آب است و آب نیز متراکم‌تر از اکسیژن و می‌دانیم سرعت صوت در ماده‌های متراکم‌تر، بیش‌تر از مواد دیگر است.

۲۶- گزینه‌ی «۴» اگر ترتیب سرعت‌ها رو بلد نیستید، جدول (۱-۱) کتاب درسی رو خوب بخوانید. اما به طور کلی هر چه گاز لاغرتر (چگالی کمتری داشته) باشد سرعت صوت در آن بیش‌تر است و بنابراین طول موج نیز در آن بیش‌تر است.

۲۷- گزینه‌ی «۲» طبق جدول (۱-۱) داریم جیوه $v > v_{\text{آب}} > v_{\text{بنابراین جیوه}} \lambda > \lambda_{\text{آب}} > \lambda_{\text{دریا}}$.

۲۸- گزینه‌ی «۱» به جدول (۱-۱) مراجعه شود.

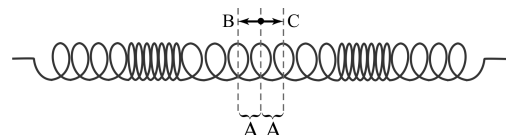
۲۹- گزینه‌ی «۲» سرعت صوت فقط وابسته به محیط است! و همان‌طور که در صورت سؤال آمده: «یک محیط انتشار» بنابراین سرعت صوت A و B همواره یکسان است.

۳۰- گزینه‌ی «۳» همان‌طور که گفتیم بسامد یک موج همواره ثابت است و طول موج متناسب با سرعت تغییر می‌کند. پس اگر سرعت صوت در آب ۵ برابر شود، طول موج آن هم حتماً ۵ برابر می‌شود.

۳۱- گزینه‌ی «۳» توجه کنید که یخ متراکم‌تر از برف است.

۳۲- گزینه‌ی «۳» در گازها با افزایش دما سرعت انتشار صوت افزایش می‌یابد، در حالی که در جامدات با افزایش دما، سرعت انتشار صوت کاهش می‌یابد.

۳۳- گزینه‌ی «۴» هنگامی که موجی در محیط انتشار می‌یابد، ذرات محیط



حول یک نقطه‌ی مشخص در مسیری به طول ۲A نوسان می‌کنند. البته چون صوت موجی طولی است، راستای ارتعاش ذرات محیط در راستای انتشار صوت است. پس فاصله‌ی بین B و C دو برابر دامنه خواهد بود.

۳۴- گزینه‌ی «۲» از نمودار معلوم می‌شود که فاصله‌ی یک تراکم تا انبساط مجاور (که می‌شود $\frac{\lambda}{4}$) برابر ۳۰ سانتی‌متره، پس داریم:

$$\frac{\lambda}{4} = 30 \rightarrow \lambda = 120 \text{ cm} = 1.2 \text{ m} \rightarrow v = \lambda \times f = 1.2 \times 250 = 300 \text{ m/s}$$